

# التحليل المكاني

## باستخدام نظم المعلومات الجغرافية



دكتور

محمد إبراهيم محمد شرف

الأستاذ بقسم الجغرافيا ونظم المعلومات الجغرافية

كلية الآداب - جامعة الإسكندرية









التحليل المكاني باستخدام  
نظم المعلومات الجغرافية

---



# التحليل المكانى

## باستخدام نظم المعلومات الجغرافية

دكتور

محمد إبراهيم محمد شرف

الأستاذ بقسم الجغرافيا ونظم المعلومات الجغرافية  
كلية الآداب - جامعة الإسكندرية

١٤٣٢ هـ - ٢٠١١ م



محمد إبراهيم محمد شرف  
التحليل المكانى باستخدام نظم المعلومات الجغرافية  
تصنيف ديوى الدولى ٩١٠,٢٨٥  
رقم الايداع ٢٠٠٧/٢٣٩٤٤  
الترقيم الدولى ٩٧٧-٢٧٢-٣٣٣-١

### حقوق النشر والتوزيع

جميع حقوق الملكية الأدبية والفنية محفوظة لدار المعرفة الجامعية للطبع والنشر والتوزيع  
الاسكندرية - جمهورية مصر العربية - ويحظر طبع أو تصوير أو ترجمة الكتاب كائناً أو مجزأ  
أو تسجيله على شريطة تسمية أو إخطاله على الكمبيوتر أو برمجته إلا بموافقة النشر خطياً

Copy right ©

All rights reserved

١٤٢٢ هـ - ٢٠١١ م



الإدارة :- ٣٦ ش مونير - الأزريطة - أمام كلية الحقوق - جامعة  
الاسكندرية - جمهورية مصر العربية  
تليفاكس :- ٠٠٢٠٣٤٨٧٠١٦٣  
محمول :- ٠٠٢٠١٢١٦٦٦٩١٣  
الفرع الثانى :- ٣٨٧ ش قال السويس - الشاطبي - الاسكندرية

Email: -

darelmaarefa@gmail.com, d\_maarefa@yahoo.com

Web site: - www.darelmaarefa.com



## بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

إِنَّ فِي خَلْقِ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ وَخِلَافِ اللَّيْلِ وَالنَّهَارِ  
وَالْفَلَائِكِ الَّتِي تَجْرِي فِي الْبَحْرِ يَمَافُتَعُ النَّاسُ وَمَا أَنْزَلَ اللَّهُ  
مِنَ السَّمَاءِ مِنْ مَّاءٍ فَأَحْيَا بِهِ الْأَرْضَ بَعْدَ مَوْتِهَا وَبَيَّنَّ فِيهَا  
مِنْ كُلِّ دَابَّةٍ وَتَضْرِيفِ الرِّيحِ وَالسَّحَابِ الْمُسَخَّرِينَ  
السَّمَاءِ وَالْأَرْضِ لَا يَسْتَفْهِمُ لِقَوْمٍ يَعْقِلُونَ ﴿١٦٤﴾

صدق الله العظيم

(سورة البقرة ١٦٤)



إهداء

إلي .. عمر



## مقدمة

يُمر إعداد أى بحث بمراحل علمية أساسية تبدأ بتحديد الباحث المنهج العلمى الذى سوف يتبعه فى صياغة بحثه، ثم يحدد مصادر بياناته وطرق جمعها باعتبارها المادة الخام التى سوف يستخدمها فى بناء قاعدة بياناته، ثم يقوم بتحليل بياناته وتقييم نتائجها وتفسيرها، وينتهى بصياغة بحثه وعرض بياناته .

ويعد البحث الجغرافى من أكثر العلوم التى تعتمد على البيانات واستخدام أساليب التحليل العلمى، ولأن المكان هو المحور الأساسى للبحث الجغرافى، فإن أهم أهداف البحث الجغرافى هى تحليل قيمة الموقع وتغيرها المكانى والزمانى وعلاقة ذلك بالتوزيع الجغرافى للظاهرة المدروسة وخصائصه.

ويشكل فهم التوزيع المكانى للظواهر وتفسير نمط التوزيع وتحديد الظواهر ذات العلاقة به، والبحث عن أسباب التركيز أو التشتت، وتحديد الأبعاد الجغرافية لهذا التوزيع وتوقع مستقبله، يشكل تحدياً كبيراً بين الباحثين، لأنه يعتمد على استخدام أساليب رياضية وإحصائية وكارتوجرافية متنوعة، واختيار أنسبها فى تحليل الظاهرة المدروسة .

وأصبح متاحاً فى الوقت الحاضر استخدام ما توفره برمجيات نظم المعلومات الجغرافية من أساليب التحليل المكانى المتنوعة التى تناسب جميع الظواهر الجغرافية، فيكفى أن يكون متوفراً لدى الباحث قاعدة بياناته

وخريطة الأساس لمنطقة بحثه فى ملفات رقمية ، فكلاهما يشكل الأساس الذى سينى عليه تحليله .

ويستفيد الباحث الجغرافى عند استخدامه لبرمجيات نظم المعلومات الجغرافية بدمج المكان مع التحليل الحسبى أو الاحصائى فيما يعرف بالتحليل المكانى لكى يقيس خصائص وعلاقات توزيع الظاهرة من خلال النظر بعمق فى طبقتين أو أكثر من المعلومات التى توزع الظاهرة وتقيس العلاقة بينها وبين جيرانها من الظواهر المحيطة بها من ناحية، وبين المتغيرات المكانية وغير المكانية القريبة منها أو البعيدة عنها .

ويلقى هذا الكتاب الضوء على أساليب التحليل المكانى المتوفرة فى نظم المعلومات الجغرافية فى ظل النمو المعلوماتى السريع، والتنوع الهائل فى البيانات ومصادرها، والتطور المستمر فى نظم الحاسبات الآلية وإدارتها لقواعد بيانات ضخمة، باعتبارها أحد أدوات الباحث التى يستخدمها فى صياغة بحثه. وقد حاولت أن أتناول أهم أساليب التحليل المكانى التى يشاع استخدامها وذلك فى إطار يجمع بين عرض الأساس الرياضى لكل منها وتطبيقاتها الجغرافية التى تناسبها .

ويعد هذا الكتاب خطوة مكملة لخطوة سبقتة على طريق ليس بقصير فى مجال نظم المعلومات الجغرافية، فقد أصدرت فى العام الماضى مؤلفاً عن نظم المعلومات الجغرافية يُعرف ماهيتها وأنواع ومصادر بياناتها، وكيفية بناء قواعدها المكانية والوصفية ، وطرق عرضها وفحصها واستكشافها ،

والآن أقدم التحليل المكاني باستخدام نظم المعلومات الجغرافية لدارسى  
الجغرافيا وباحثيها فى أسلوب مبسط ويطرح أفكاراً متعددة لجوانب التطبيق  
العلمى المناسبة لكل نوع من أساليب التحليل المكاني .  
ولله أسأل أن يقبل هذا العمل ويعم به النفع ...

الإسكندرية فى سبتمبر ٢٠٠٧

المؤلف

أ.د محمد إبراهيم محمد شرف





## الفصل الأول

### ماهية نظم المعلومات الجغرافية

- مقدمة.
- تعريف نظم المعلومات الجغرافية GIS Systems
- علم المعلومات الجغرافية GIS Science
- مكونات نظم المعلومات الجغرافية
  - أجهزة الحاسب الآلي Hardware
  - برامج نظم المعلومات الجغرافية GIS Software
  - البيانات Data
  - إدارة البيانات Data Management
  - الأفراد People
- البيانات الجغرافية Geographically Referenced Data
  - طبيعة البيانات الجغرافية
  - البيانات المكانية Spatial Data
    - ١- نظم المعلومات الاتجاهي Vector Based GIS
    - ٢- نظم المعلومات النقطي Raster Based GIS
  - البيانات غير المكانية Non-Spatial Data
  - الربط بين البيانات المكانية وغير المكانية
  - المقارنة بين نظامي المعلومات الاتجاهي والنقطي
- وظائف نظم المعلومات الجغرافية
  - ١- إدخال البيانات Data Input
  - ٢- إدارة البيانات Data Management
  - ٣- عرض البيانات Data Display
  - ٤- استكشاف البيانات Data Exploration
  - ٥- تحويل البيانات Data Transform
  - ٦- تحليل البيانات Data Analysis
  - ٧- النمذجة Modelling
  - ٨- إخراج البيانات Data ouput
- مستقبل نظم المعلومات الجغرافية
- تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية
- الخلاصة



## مقدمة ..

تدافع الدارسون والباحثون في مجالات علمية متعددة وبخاصة عند الجغرافيا في السنوات الأخيرة على استخدام نظم المعلومات الجغرافية كأسلوب حديث في معالجة دراساتهم، كما تدافعت شركات البرمجيات على إنتاج حزم متنوعة لا حصر لها بمستويات مختلفة تناسب كلا من الطلاب والباحثين والمهنيين والإدارات والشركات والمؤسسات والهيئات والوزارات والحكومات والمنظمات الإقليمية والعالمية وغيرهم، وأصبحت تقنية نظم المعلومات الجغرافية تنتشر انتشاراً واسعاً وترتبط مع إدارة أشكال الحياة الحديثة، ومع ذلك فهي لا تزال تشكل علامة استفهام كبيرة لعدد من الناس الذين لا يدركون ماهيتها ووظيفتها وكيفية إدارتها والإستفادة منها، ودورها في حياتهم اليومية.

ويعد الجغرافيون أكثر من إستجاب بسرعة وتوافق مع نظم المعلومات الجغرافية، وعرفوا تفاصيل ملياتها وإيجابياتها، وأصبحت أدواتها غير معقدة لهم، فأستخدموها بكثرة في الآونة الأخيرة فيكاد لا يخلو بحث جغرافي حديث منها أو ينفذه صاحبه باستخدامها، ويكاد لا يخلو أى كتاب جغرافي حديث من الإشارة لها. وأصبح كل ما ينتمى إلى حقل الجغرافيا يعرفها ويتأثر بها ويتوافق معها على الرغم من أنها حديثة العهد فى القوالم الدراسية بالجامعات بل لا يزال بعضها خالياً منها.

ويعرف المخططون والمهتمون بالتنمية وإدارة الموارد نظم المعلومات الجغرافية وهم أول من إستخدمها وإستفاد بها فى إدارة المعلومات وتصميم خطط التنمية والحفاظ على الموارد المتاحة والطرق المثلى للاستفادة منها، وخصصت العديد من الهيئات الآن الميزانيات الكبيرة لإنشاء نظم معلومات جغرافية وقواعد بيانات جغرافية Geographich Databases تقدر بمليارات الدولارات.

ويدين ظهور تقنية نظم المعلومات الجغرافية إلى بداية التحول نحو الخرائط الآلية Computer Mapping خلال الستينيات من القرن العشرين المنصرم، التى

أفرزت نوعية من الخرائط تطورت حتى أصبحت تتمتع بالدقة العالية وجمال التنفيذ وتنوع التمثيل، ثم تطور ذلك إلى ظهور أسلوب التحليل بتطابق الخرائط Overlay الذى يعتمد على تخزين الخرائط وتنظيم عرضها على شكل طبقات Layers تمثل كل منها ظاهرة مستقلة فازدادت القدرة على التحليل واتسع مجال الرؤية ليشمل مجموعة طبقات متداخلة تجمع الخصائص المكانية فى محيط واحد، حيث يمكن الربط أو الفصل بينها بسهولة، وتحديد خصائص توزيع كل منها، والعلاقة بين كل توزيع وآخر، وفى حالة ما إذا كانت كل طبقة تختص بتوزيع الظاهرة نفسها فى فترة زمنية معينة فيمكننا إدراك التغير الزمنى فى حجم الظاهرة وإتجاه هذا التغير، وعلاقة ذلك بالظواهر الأخرى. ولقد نمت هذه التقنية وتطورت وأفرزت ما يعرف باسم نظم المعلومات الجغرافية.

وشكلت الحاجة إلى تحليل وفهم الكثير من المشكلات البيئية المؤقتة والدائمة، اليومية والسنوية والأزلية التى تضغط علينا وتهدد الحياة على سطح الأرض بمخاطر وأحوال لا نعلم مداها ويأتى فى مقدمتها إرتفاع حرارة الأرض أو ما يعرف بمشكلة الاحتباس الحرارى، والأمطار الحمضية، التصحر، وحرائق الغابات، الانفجار السكانى، وانتشار الأوبئة والأمراض المعدية والتكس على الطرق، وغيرها من المشكلات البيئية الأخرى التى تتعلق بمختلف أوجه النشاط البشرى على سطح الأرض، دعت الحاجة لفهم تلك المشكلات إلى استخدام نظم المعلومات الجغرافية كأحد أكبر التطبيقات الخرائطية الآلية لتنظيم بيانات هذه المشكلات وفهم علاقاتها المكانية والتنبؤ بمستوياتها المستقبلية للوصول إلى قرارات مناسبة وسريعة لمقاومتها والحد من خطورتها. فزاد الاعتماد على نظم المعلومات الجغرافية على المستويين الإقليمى والعالمى وخصصت لها الميزانيات الضخمة فتطورت أجهزتها وبرمجياتها لتكون أسهل وأسرع وأكثر حجماً وتنوعاً وأكثر قدرة على طرح التساؤلات والبحث عن الإجابات بواسطة أساليب متقدمة لتحليل البيانات المكانية واستخراجها على شكل خرائط وجداول وتقارير قابلة للتنفيذ.

## تعريف نظم المعلومات الجغرافية (Geographic Information System (GIS)

تعد نظم المعلومات الجغرافية لغة حديثة لإدارة المعلومات بواسطة أنظمة الحاسب الآلى Computer Systems، والجديد فى ذلك أن هذه اللغة تعتمد على البيانات الجغرافية Geographical Referenced فى المعالجة، ويقصد بالبيانات الجغرافية بأنها البيانات المرتبطة بمواقعها الجغرافية الحقيقية على سطح الأرض، فهى إذن تقنية رقمية تتعامل مع المعلومات الجغرافية، وهى تحتاج إلى أجهزة آلية وبرمجيات وبيانات جغرافية ليقوم مستخدميها بإدخال البيانات الجغرافية بواسطة أجهزة الإدخال الآلية وحفظها فى ملفات يسهل من خلالها عرضها وتحديثها وتعديلها وإسترجاعها ونقلها إلى قوائم المعالجة والتحليل بالبرامج ثم إستخراجها على شكل خرائط وتقارير وجداول ونماذج تشكل الأساس الذى سوف يعتمد عليه صناع القرار. ويمكن تحديد تعريف قياسي لنظم المعلومات الجغرافية بأنها «طرق آلية لإدخال وتخزين وعرض وإسترجاع ومعالجة وتحليل وتصنيف ونمذجة البيانات الجغرافية».

## علم المعلومات الجغرافية (Geographic Information Science (GIS

يمثل علم المعلومات الجغرافية GIScience الأساس النظرى لنظم المعلومات الجغرافية GISystems<sup>(1)</sup>، وهو العلم الذى يقف خلف النظم، وهو أحد فروع المعرفة مثل علم الخرائط، علم الحاسب الآلى، علم الاستشعار من بعد، علم الاحصاء، علم المساحة، ويشمل دراسة الأسس الأصولية للتعامل مع المعلومات الجغرافية فى بيئة رقمية يفهمها الحاسب الآلى<sup>(2)</sup>.

ويختص علم المعلومات الجغرافية GIScience بتحديد الأسلوب الرقعى المناسب لإدخال المعلومات، وأنواع طبقات الخرائط اللازمة لكل نوع من أنواع

(1) Schuarman, N., GIS a Short Introduction, UK, 2004, p. 9.

(2) Heywood, I., & Others., An Introduction to Geographical Information systems, Second Edition, UK, 2002, p. 13 .

المعلومات، وتصميم الجداول التي سوف تحتوي على المعلومات المكانية والوصفية التي سوف تتفاعل مع الطبقات المعلوماتية، بالإضافة إلى طرح الأسئلة الممكنة لتفسير العلاقات المكانية الغامضة واحتمالات حدوثها، ويعرض أساليب التحليل المناسبة لكل نوع من أنواع المعلومات الجغرافية، وطرق إجراء تصنيف المعلومات وتصميم النماذج والصيغ الرياضية الخاصة بها التي سوف تختبر العلاقات المكانية، وكيفية تفسير النتائج والمخرجات من خرائط وجداول وتقارير والإعتماد عليها في صناعة القرار المناسب.

ويتجاوز بذلك علم المعلومات الجغرافية GIScience نظم المعلومات الجغرافية GISystems التي تشكل الوسط الذي ينفذ الأفكار التي تدبّق من علم المعلومات الجغرافية من خلال عمليات ادخال وتخزين واسترجاع ومعالجة وتحليل ودمج وتصنيف ونمذجة البيانات وإخراجها، ويعطى علم المعلومات الجغرافية الأسس النظرية والمبررات للطرق التي سوف تسلكها هذه العمليات.

#### مكونات نظم المعلومات الجغرافية GIS Components of a GIS

يتكون أى نظام معلومات جغرافى من مجموعة من العناصر التي تتكامل مع بعضها البعض لتشكل النظام وتتمثل هذه المجموعة فى خمسة عناصر أساسية هي:

- ١- أجهزة الحاسب الآلى Hardware
- ٢- برامج نظم المعلومات الجغرافية GIS Software
- ٣- البيانات Data
- ٤- إدارة البيانات Data Management
- ٥- الأفراد People

ونستعرض فيما يلى خصائص مواصفات كل من مكونات النظام:

#### أولاً أجهزة الحاسب الآلى Hardware

تلعب أجهزة الحاسب الآلى دوراً هاماً فى مستوى كفاءة نظام المعلومات

الجغرافى، فعدد توافر أجهزة عالية الجودة ترتفع جودة النظام وتزداد قدرته فى إدارة المعلومات ومعالجتها وتحليلها وإخراجها بالشكل المناسب، وبصفة عامة توجد مجموعة من المتطلبات لابد من توافرها فى أجهزة الحاسب الآلى التى يعتمد عليها فى إنشاء نظام معلومات جغرافى وهى:

- ١- قدرة مناسبة للمعالج (على سبيل المثال 4 Puntuim) ذو سرعة عالية.
- ٢- ذاكرة مناسبة لتخزين حجم كبيرة من المعلومات (على سبيل المثال ١٢٨ ميجابايت).
- ٣- نظام تشغيل الدوافذ .
- ٤- نوعية عالية ودقة عالية لشاشة عرض ملونة.
- ٥- أجهزة إدخال البيانات الجغرافية مثل المرقمات Digitizeres، المساحات الصوتية Scanners .
- ٦- أجهزة إخراج البيانات الجغرافية مثل الراسمات القلمية Plotleres وطابعات ملونة ذات كفاءة عالية.

#### ثانياً، برامج نظم المعلومات الجغرافية GIS Software

تعدد البرامج الخاصة بنظم المعلومات الجغرافية، وأهم ما يميزها أنها صممت للتعامل مع البيانات الجغرافية، وهى تضم مجموعة من الأوامر التى تدير قواعد البيانات الجغرافية بسهولة وتكوزع وظائفها الأساسية كالآتى:

- ١- عملية إدخال البيانات الجغرافية Geographical Data Input Operator وتشمل عمليات إدخال البيانات وترميزها وحفظها.
- ٢- عملية المعالجة الشكلية للبيانات Data Cosmetic Processing وتشمل عمليات التخزين، وإنشاء الملفات، وتحويل وتحرير الملفات.
- ٣- التحكم فى قدرات المعالجة Control Processing Capabilities وتشمل عمليات التحكم فى المعلومات من وإلى النظام وإخراجها بأشكالها المتعددة.

٤- تحليل البيانات Data Analysis وتشمل عمليات الاستفسار Query وعمليات التحليل المكاني Spatial Analysis، والتحليل ثلاثي الأبعاد 3D Analysis، والتحليل الإحصائي Statistical Analysis.

٥- تحليل النماذج Modelling Analysis وتشمل عمليات التصنيف Classification والتطابق Overlaying، والنمذجة Modeling.

ويوافر العديد من البرامج الجاهزة الخاصة بنظم المعلومات الجغرافية تتباين مستوياتها تبعاً لحجم وظائفها ومدى توافقها مع مصادر البيانات المتنوعة ويعد كلا من برنامج ArcGIS<sup>(١)</sup>، IDRISI<sup>(٢)</sup>، GEOMEDIA<sup>(٣)</sup>، من أكبر البرامج المستخدمة في نظم المعلومات الجغرافية.

#### ثالثاً: البيانات Data

وهي أهم مكونات نظام المعلومات الجغرافي، حيث يتم بناء النظام أساساً لكي يقوم بتحليل هذه البيانات، وتتنوع البيانات المستخدمة في نظم المعلومات الجغرافية وتتنوع مصادرها، ومن أهم ما يميز هذا النظام أنه يعتمد على البيانات الجغرافية، وهي بيانات مكانية يتم تعريفها عن طريق موقعها الفلكي، وربطها ببعضها أو بالظواهر الأخرى، وربطها ببيانات غير مكانية Non - Spatial Data. وتشمل البيانات الجغرافية مايلي:

١- بيانات الموقع الفلكي وتعدى الإحداثيات الجغرافية للنقط المعبرة عن الظواهر النقطية أو الخطية أو المساحية.

٢- تفاصيل الارتباط بين الظواهر النقطية.

٣- بيانات وصفية غير مكانية تعبر عن متغيرات وصفية مثل الكميات والأحجام، والإتجاه، والأنصاف، والأسماء وغيرها.

---

(١) تصدره مؤسسة Environmental Systems Research Institute (ESRI) الأمريكية.

(٢) تصدره جامعة كلارك بالولايات المتحدة الأمريكية Clark Labs, U.S.A.

(٣) تصدره مؤسسة Intergraph الأمريكية.



٤- بيانات زمنية Temporal Data وتعبر عن التغير الزمني للبيانات خلال فترات زمنية محددة (السلال الزمنية).

وتتعدد مصادر البيانات الجغرافية، فعلى خلاف وجودها في جداول جاهزة، توجد على شكل خرائط بأنواعها، وصور جوية Aerial Photographs ومرئيات فضائية Sateliet Image، أو على هيئة بيانات رقمية من أجهزة تحديد المواقع الجغرافية Global Positional System (GPS)، أو من أجهزة المحطات المتكاملة Total Station المستخدمة في أعمال المساحة الأرضية.

#### رابعاً، إدارة البيانات Data Management

ويقصد بها مجموعة العمليات التي سوف تتبع لتنفيذ تحليل النظام، وتشمل إدخال البيانات، وتخزينها، وإنشاء الطبقات المعلوماتية، وإدراج البيانات التفصيلية الخاصة بكل طبقة، وتحويل وتعديل وتحليل البيانات، إخراج البيانات. ويتم تصميم جميع الخطوات التي سوف تتبع لتنفيذ تلك العمليات.

#### خامساً، الأفراد People

يقصد بالأفراد الكوادر المدربة القادرة على التعامل مع نظم المعلومات الجغرافية، فهم العقول المفكرة التي تطرح أهداف وأهمية النظام، فهم الذين يخططون ويصممون ويديرون النظام ويتخذون القرارات المناسبة اعتماداً على المخرجات.

ويحتاج إنشاء نظام معلومات جغرافي تعاون مجموعة من الأفراد تشكل فريق العمل الذي يتكون من مجموعة من المتخصصين في مجالات مختلفة يقوم كل منهم بأداء دور محدد تحت إشراف مدير النظام، ويؤدي التدريب الجيد لفريق العمل إلى رفع كفاءة النظام وحسن إدارة البيانات، ومن أهم التخصصات التي يجب توافرها في فريق العمل مايلي:

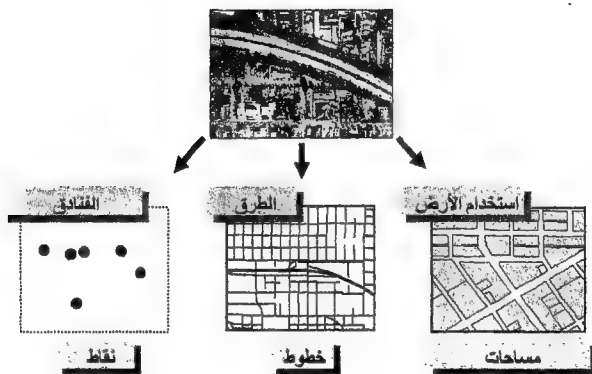
١- جمع البيانات من مصادرها المتنوعة، ومن المسح الميداني.

- ٢- علم الخرائط.
  - ٣- مساقط الخرائط.
  - ٤- المساحة الطبوغرافية.
  - ٥- المساحة التصويرية.
  - ٦- الاستشعار من بعد.
  - ٧- نظام تحديد المواقع على سطح الأرض.
  - ٨- إدخال البيانات.
  - ٩- الرسم الهندسى باستخدام الحاسب الآلى.
  - ١٠- الخرائط الآلية.
  - ١١- نظم إدارة قواعد البيانات.
  - ١٢- بناء النماذج الرياضية.
  - ١٣- برمجة الحاسب الآلى.
- ويمكن القول بأن ليس كل نظام معلومات جغرافية ناجح، فلجأه مرهون باستخدام الأجهزة المناسبة ومستوى دقتها، واستخدام برامج ذات قدرة عالية، وبيانات متنوعة المصادر ودقيقة، وأفراد مدربون تدريباً جيداً.

#### البيانات الجغرافية Geographically Referenced Data

صُممت برامج نظم المعلومات الجغرافية للتعامل مع البيانات الجغرافية التى تُعرف عن طريق معلومات الموقع، والشكل الهندسى له، بالإضافة إلى مجموعة بيانات وصفية ترتبط بها تصفها وتحدد خصائصها.

فعلى سبيل المثال عدد التعامل مع بيانات أحد مراكز الأرصاد الجوية، يتم إدراج المركز على شكل نقطة لها إحداثيات جغرافية (خط طول ودائرة عرض)، وإضافة مجموعة معلومات وصفية مثل رقم المحطة، نوع المحطة. وعلا التعامل



شكل رقم (١) البيانات الجغرافية

مع بيانات أحد الطرق، يتم إدراج الطريق على شكل خط يربط بين نقطتين لكل منهما إحداثياته الجغرافية وإضافة مجموعة معلومات وصفية مثل اسم الطريق، السرعة القصوى، الاتجاه.. وعند التعامل مع بيانات إحدى المحافظات يتم إدراج المحافظة على شكل مضلع يمر بمجموعة من النقاط لكل منها إحداثياته الجغرافية، وإضافة مجموعة معلومات وصفية مثل الاسم، عدد السكان، الوظيفة.

فالبيانات الجغرافية توجد في ثلاث صور أساسية هي: النقطة Point (الآبار - مراكز الإطفاء - المدارس .. وغيرها)، الخط Line (الطرق - الأنهار - الحدود الإدارية ... وغيرها)، المضلع Polygon (أقاليم التربة - المساحات المحسوبة - المحافظات .. وغيرها)، ولكي يميز الحاسب الآلى تلك البيانات فيجب أن يتم تعريف كل ظاهرة عن طريق ثلاثة عناصر:

١- أين تقع الظاهرة؟

٢- ماذا تمثل الظاهرة؟

٣- ماهي العلاقة بين كل ظاهرة وظاهرة أخرى مجاورة لها.

فالبيانات الجغرافية هي مجموعة معلومات مكانية Spatial Data تعرف الموقع والشكل والاتصال، ومجموعة معلومات غير مكانية Non-Spatial Data (Attributes) تحدد ملامحها وخصائصها .

#### طبيعة البيانات الجغرافية:

تتوزع البيانات الجغرافية في شكلين أساسيين، الأول الشكل الرسومي الذي يعبر عن البيانات المكانية (النقطة، الخط، المضلع) ويتم توقيع تلك البيانات اعتماداً على نظام الإحداثيات الجغرافية، أما الشكل الثانى فهو الوصفى الذى يعبر عن البيانات غير المكانية (الأسم، الحجم، الارتفاع، العمق، المنسوب، درجة الحرارة، السرعة، اتجاه وسرعة الرياح .. وغيرها) ويتم توقيع تلك البيانات على هيئة جداول متفاعلة Interactive Tables مع البيانات المكانية (الشكل الرسومي) تصف ملامحه وخصائصه. ونستعرض فيما يلى طبيعة كل منهما.

## أولاً: البيانات المكانية (الشكل الرسومي) Spatial Data

يتم الحصول على تلك البيانات من مصدر جغرافية متعددة وهي: الخرائط بجميع أنواعها، الصور الجوية، والمرئيات الفضائية، نظام تحديد المواقع العالمية، المسح الميداني الرقمي بواسطة المحطة المتكاملة. وتتعامل نظم المعلومات الجغرافية مع تلك البيانات عدد تعريفها وإدخالها وتخزينها داخل قاعدة البيانات الجغرافية بنظميين أساسيين هما :

### ١- نظام المعلومات الاتجاهي Vector Based GIS

وهو نظام يستخدم الإحداثيات الأفقية (س)، والرأسية (ص) للخرائط لتعريف الظاهرات المكانية التي تأخذ شكل النقطة، الخط، المضلع على النحو التالي:

أ- يتم تعريف الظاهرة النقطية بزوج واحد من الإحداثيات (س، ص) وفي هذه الحالة يمكن إهمال أبعادها أو المساحة الحقيقية التي تغطيها على سطح الأرض مثل تعريف الآبار، المدارس، الفنادق.

ب- يتم تعريف الظاهرة الخطية باستخدام زوج من الإحداثيات لنقطة بداية الخط (س<sub>١</sub>، ص<sub>١</sub>)، وزوج ثان من الإحداثيات لنقطة نهاية الخط (س<sub>٢</sub>، ص<sub>٢</sub>) وفي هذه الحالة يمكن إهمال عرض أو سمك الظاهرة مثل تعريف الأنهار على الخرائط الملونة.

ج- يتم تعريف الظاهرة المساحية التي لها محيط مضلع باستخدام سلسلة من النقاط تبدأ من نقطة معلومة وتنتهي إليها (س<sub>١</sub>، ص<sub>١</sub>، س<sub>٢</sub>، ص<sub>٢</sub>، س<sub>٣</sub>، ص<sub>٣</sub>، ..... س<sub>ن</sub>، ص<sub>ن</sub>)، وفي هذه الحالة لا يمكن إهمال أبعاد هذه الظاهرة مثل تعريف البلوكات السكنية، الحدود السياسية.

### ٢- نظام المعلومات النقطي Raster Based Data

وهو نظام يعتمد على تقسيم مساحة الخريطة إلى شبكة مربعات متناهية في الصغر Grid لتعريف الظاهرات المكانية التي تأخذ أشكال النقطة، الخط، المضلع،

باستخدام البت Bit المكون من الرقمين (0, 1) <sup>(1)</sup> ويعنى ذلك أنها تحتفظ بالظواهر المكانية فى شكل مصفوفة من النقط على النحو التالى :

١- يتم تعريف الظاهرة النقطية بتحديد المربع الذى يتقاطع عنده أحد سطور Raws شبكة المربعات مع أحد أعمدتها Colume ويسمى بيكسل Picture Element (Pixel) ثم يسجل بداخله الرقم (1) .

٢- يتم تعريف الظاهرة الخطية بتحديد المربعات المتتالية التى يمر فيها الخط ثم يسجل داخل كل منها الرقم (1) ، ويسجل الرقم (0) داخل المربعات الخالية من الخط .

٣- يتم تعريف الظاهرة المساحية بتحديد المربعات التى تمر فيها الخطوط المحددة لمحيط المساحة أو المضلع ثم يسجل داخلها وداخل جميع المربعات التى يحيط بها المضلع الرقم (1) ، ويسجل الرقم (0) داخل المربعات التى تقع خارج المضلع .

ولأن كل من النظام الاتجاهى Vector ، والنظام النقطى Raster يختلفان فى الفكرة والتركيب فكل منهما يناسب أنواعاً معينة من الظواهر لا يناسبها النوع الآخر، كما أنهما يختلفان فى طريقه ربط البيانات الوصفية المصاحبة للظاهرة .

#### ثانياً، البيانات غير المكانية Non - Spatial Data

وهى بيانات وصفية Attributes Data تصف خصائص الظاهرة المكانية ويتم الحصول عليها من مصادر غير جغرافية مثل الاحصائيات، الجداول، والمواد الفيلمية. وتتنوع أنواع البيانات الوصفية على النحو التالى :

١- بيانات على شكل أرقام Numbers مثل قيم المناسيب، ارتفاعات المباني، الحجم، السرعة، درجة الحرارة .. وغيرها .

---

(١) يعرف البت Bit بأنه المساحة التى يمكنها تمثيل الرقمين (0, 1) وهى واحدة من ثمانية خانات تشكل وحدة البايت Byte وهى وحدة تخزين حرف واحد فى ذكرة الكمبيوتر.

- ٢- بيانات على شكل حروف String مثل الأسم، النوع، الوظيفة... وغيرها.
- ٣- بيانات على شكل المتغير المنطقي Logical Boolean مثل 0/1 ، On / . Yes, No , off
- ٤- بيانات التاريخ Data ولها أكثر من تنسيق مثل (dd mm yyyy) ، (mm dd yyyy) .
- ٥- بيانات الزمن Time ولها أكثر من تنسيق مثل (24- hour) ، (12- hour) .
- ٦- ملفات من برامج أخرى مثل برامج الكتابة Word files ، برامج الرسومات CAD files وغيرها .
- ٧- ملفات الوسائط المتعددة Multimedia files .

#### الربط بين البيانات المكانية والوصفية:

يتم تخزين البيانات المكانية (Vector & Raster) في ملفات رسومية، ويتم تخزين البيانات الوصفية في جداول Table Attributes، ويتم الربط بين نوعي البيانات بواسطة عامل مشترك وهو كود التعريف (ID) Identification Code حيث يتم توكيد البيانات الوصفية الخاصة بظاهرة مكانية بكود التعريف نفسه الذي يعطى للظاهرة المكانية، وبهذه الطريقة يتم عرض البيانات الوصفية بالترايط مع عرض البيانات المكانية ويشكل مفاعل معها <sup>(١)</sup> .

#### المقارنة بين نظامي البيانات النقطي Raster & الاتجاهي Vector :

يختلف نظامي البيانات Vector & Raster في الفكرة والتركيب ولهذا السبب فهما يختلفان في طريقة تعريف البيانات المكانية، وطريقة ربط البيانات الوصفية بالبيانات المكانية، ونوع الظاهرات التي تناسب كلا منهما، وفي الاستخدام الأمثل لكل منهما.

(1) Chang, k., Introduction to Geographic Information Systems, Second Edition, Singapore, 2004, p. 8 .

ويوضح الجدول التالي رقم (١) مقارنة بين النظامين موزعة على العمليات المذكورة.

جدول رقم (١) مقارنة بين نظام المعلومات الاتجاهي Vector

ونظام المعلومات النقطي Raster

العملية	نظام المعلومات الاتجاهي Vector	نظام المعلومات النقطي Raster
تعريف البيانات المكانية	استخدام أزواج من الإحداثيات	استخدام شبكة مربعات Grid كل مربع منها يعرف باسم Pixel قيمة البكسل تشير إلى القيمة الوصفية.
تمثيل البيانات الوصفية	يمكن تمثيل أكثر من متغير. يحتاج مساحة صغيرة على الذاكرة ويتم معالجته أسرع (لأن عدد الخانات المستعملة لإدخال الخط أصغر).	يغير عن متغير واحد فقط. يحتاج مساحة أكبر على الذاكرة وسرعة المعالجة أقل سرعة (لأن عدد الخانات المستعملة لإدخال الخط أكثر)
المساحة التخزينية	يستخدم بكثرة في تمثيل الظاهرات المنقطعة Discrete Features مثل بيانات الكثافة، النسبة، مبنى، منشأة.	يستخدم بكثرة في تمثيل الظاهرات المستمرة Continuous Features مثل بيانات المناسيب، الحرارة، التساقط، التربة.
الاستخدام الأمثل	قدرات تحليلية عالية لتحليل الشبكات. إخراج خرائط طباعتها ممتازة.	قدرة تحليلية عالية لتحليل السطوح وتحليل المرئيات الفضائية.
أهم المميزات		

وظائف نظم المعلومات الجغرافية:

تضم نظم المعلومات الجغرافية مجموعة من العمليات التي تجمع بين البيانات الرسومية والبيانات الوصفية معاً وتكون قادرة على إدراجها وعرضها وتحليلها وتحليلها مكانياً وإحصائياً وتصنيفها ونمذجتها وإخراجها على شكل خرائط ببعدين وثلاثة أبعاد.



ولا تتوفر عمليات نظم للمعلومات الجغرافية كاملة وبالحجم نفسه فى برامج الرسومات، أو برامج التحليل الإحصائى حتى التى تتعامل مع بيانات جغرافية، وتعرف هذه العمليات بأنها عمليات مكانية تتم على قواعد بيانات جغرافية قادرة على الإجابة على مجموعة من الأسئلة مثل: أين؟، ماذا؟، متى؟ ماذا لو؟ ولكى نوضح ذلك نفترض - على سبيل المثال - أننا نقوم بدراسة توزيع خدمة إطفاء الحريق بحى المنتزة بمدينة الإسكندرية، ويستلزم ذلك طرح مجموعة من الأسئلة تتعلق بالدراسة مثل :

١- ما هو عدد مراكز إطفاء الحريق بحى المنتزة؟ فيعتبر هذا السؤال غير مكانى ويمكن الإجابة عليه دون الحاجة إلى بيانات لها مرجعية جغرافية.

٢- أين يقع مركز إطفاء سيدى بشر؟ فيعتبر هذا السؤال مكانى لأن الإجابة عليه تعتمد على معلومات مرتبطة بالموقع الفلكى أو الموقع الجغرافى. وتعتمد الإجابة على تحديد إحداثيات المركز، وتحديد موقعه بالنسبة للمراكز الأخرى، أو بالنسبة لبعض الظواهر المكانية الأخرى.

٣- ما هى المسافة بين مركز إطفاء سيدى بشر، ومركز إطفاء المنتزة؟ فنعتبر هذا السؤال مكانى لأن الإجابة عليه تعتمد على تحديد خط الاتصال بين المركزين، وعلى موقع كل منهما.

٤- ما هو أقصر طريق بين مركز إطفاء سيدى بشر وشيخة المنتزة قبلى، فنعتبر هذا السؤال مكانى لأن الإجابة عليه تعتمد على تحديد شبكة الطرق وخصائصها.

٥- ما هو موقع مركز إطفاء المنتزة؟ فنعتبر هذا السؤال مكانى ووصفى فى الوقت نفسه لأن الإجابة عليه تعتمد على تحديد الاسم، أو الرقم البريدى، أو الإحداثيات الجغرافية له.

٦- ماذا إذا أصيب مركز إطفاء جديد فى موقع ما؟ والإجابة على هذا السؤال تعتمد على بيانات مكانية وغير مكانية ومن المحتمل أن تحتاج إلى قوانين رياضية أو صيغ إحصائية تقيس التوقع .

وصممت نظم المعلومات الجغرافية لتكون قادرة على الإجابة عن تلك الأسئلة المكانية وإنتاج الإجابات على شكل معلومات مكانية فى طبقات معلوماتية جديدة .

ويمكن حصر وظائف نظم المعلومات الجغرافية فى ثمانى وظائف أساسية :

Data Input	١- إدخال البيانات
Data Management	٢- إدارة البيانات
Data Display	٣- عرض البيانات
Data Exploration	٤- استكشاف البيانات
Transform Data	٥- تحويل البيانات
Data Analysis	٦- تحليل البيانات
Modelling	٧- النمذجة
Data Output	٨- إخراج البيانات

#### أولاً: إدخال البيانات Data Input

وهى عملية تحويل البيانات من شكلها العادى إلى شكل يمكن إستخدامه فى نظم المعلومات الجغرافية <sup>(١)</sup>، ويعنى آخر إلى شكل يستطيع أن يتعامل معه الحاسب الآلى، ويتم إدخال البيانات المكانية إلى الحاسب الآلى من مصادرها الورقية (الخرائط، الصور الجوية ) لتصبح أشكال رقمية عن طريق الترقيم اليدوى باستخدام المرقمات Digitizers أو عن طريق المسح الضوئى باستخدام المساح الضوئى Scanner، ويتم حفظها فى ملفات رسومية. وتحتاج البيانات المكانية التى تم ترقيمها وحفظها إلى عمليات تحرير الشفافات (الطبقات) Layeres وترتيبها، واستعمالها بما يتناسب مع المواقع الحقيقية لتلك البيانات على سطح الأرض عن طريق ربطها بالأحداثيات الجغرافية.

(1) Aronoff, S., Geographic Information Systems: a Management Perspective. WDL Publications, Ottwa, Canada 1989 .

(2) Heywood, I, & Others , op, cit, p. 17 .

ولاستكمال قاعدة البيانات فى نظم المعلومات الجغرافية يجب إدخال البيانات الوصفية ودرقيمتها وتحديثها أيضا. وتكوين البيانات الوصفية على هيئة جداول، أو صور، أو مادة فيلمية، ويتم ربط البيانات الوصفية بالبيانات المكانية عن طريق مفتاح أو كود التعريف الذى يكون مشترك بينهما (ID) وذلك حتى تكون متفاعلة مع البيانات المكانية عند عرضها أو استرجاعها أو تعديلها. وتعد عملية إدخال البيانات أكثر عمليات نظم المعلومات الجغرافية تكلفة واستهلاكاً للوقت، وتقدر تكلفة عمليات إدخال البيانات بما يتراوح بين ٥، ١٠ مرات ضعف قيمة البرامج والأجهزة<sup>(٧)</sup>.

#### ثانياً: إدارة البيانات Data Management

ويقصد بها تخزين البيانات داخل النظام، وتنظيمها، واسترجاعها، وتشمل عمليات تحرير الجداول وتنسيقها، وإجراء العمليات الحسابية عليها، وإجراء عمليات إدارة قواعد البيانات مثل Intersection، والاتحاد Union التجميع Dissolve والدمج Merge، والقص Clip.

#### ثالثاً: عرض البيانات Data Display

وتشمل عرض البيانات المكانية والبيانات الوصفية، وعرض البيانات الوصفية بيانياً (على شكل أعمدة، ملحقيات، دوائر وغيرها من الرسوم البيانية)، وإعداد الخرائط للطباعة بتصميم عناصرها (الإطار، العنوان، مقياس الرسم، اتجاه الشمال، المفتاح، المصدر، رموز الخريطة، الألوان المستخدمة، وغيرها من المعلومات التى سوف تشملها الخريطة). ويؤدى التصميم الجيد للخريطة The Layout إلى سهولة استخدامها وعدم تشوه معلوماتها.

#### رابعاً: استكشاف البيانات Data Exploration

وهى عملية تسبق تحليل البيانات يتم من خلالها فحص البيانات المكانية والوصفية وعمل الاستفسارات اللازمة قبل التحليل، ويتم خلالها عرض البيانات بشكل متفاعل يربط بين الخرائط والرسوم والجداول معاً مما يزيد من استيعاب

المستخدم لعمليات معالجة وتحليل البيانات وتحديد العلاقات الممكنة بين الظواهر، والاستفسار عنها.

#### خامساً: تحويل البيانات Transform Data

وهى عملية هامة تسبق تحليل البيانات ويتم من خلالها تصحيح الأخطاء الناتجة عن ترقيم البيانات، وتغيير مسقط الخريطة Map Projection وتحويل شفافات البيانات المكانية من نوع إلى آخر، والتحويل من النظام المعلوماتى الإتجاهى Vector إلى النظام المعلوماتى النقطى والعكس.

#### سادساً: تحليل البيانات Data Analysis

وتعد من أهم وظائف نظم المعلومات الجغرافية فهى المرحلة التى سوف يتم إتخاذ القرار بناءً على نتائجها، وفيها يتم إنشاء مجموعة جديدة من الخرائط تعرض أشكال نتائج التحليل المتعددة تضاف إلى قاعدة البيانات الجغرافية وتصبح شفافات (طبقات) جديدة يمكن الربط بينها وبين بعضها أو بينها وبين مراحل أخرى متقدمة من التحليل المكانى مثل التحليل ثلاثى الأبعاد.

وتشمل عمليات التحليل كل من البيانات النقطية Raster والبيانات الاتجاهية Vector، وتتخصص بعض العمليات فى تحليل نوع واحد فقط من البيانات، أو تكون أكثر مناسبة له، وفى هذه الحالة يجب على الباحث أن يكون على دراية باستخدام التحليل الأنسب لنوع البيانات الأنسب، الأمر الذى يجعله يقوم بإنشاء ملفاته المكانية بما يتناسب مع أساليب التحليل التى سوف يختارها قبل أن يبدأ عمليات التحليل.

وتتداول عمليات تحليل البيانات المكانية بأشكالها المختلفة (النقطة، الخط، المساحة)، ويمكن اجراء التحليل على طبقة معلوماتية واحدة تشمل ظاهرة مكانية واحدة، أو إجراؤها على طبقات معلوماتية متعددة لظواهر نقطية فقط، أو خطية فقط، أو مساحية فقط، أو إجراؤها على طبقات معلوماتية متعددة لظواهر مكانية مختلفة النوع، كأن يتم تحليل طبقتين الأولى نقطية والثانية خطية، أو الأولى حطية

والثانية مساحية، وهكذا ...، فآلية نظم المعلومات الجغرافية تسمح بذلك بكل سهولة.

تتعدد أساليب التحليل المكانية فى نظم المعلومات الجغرافية، وهى تستخدم مجموعة من الصيغ الاحصائية والرياضية فى تفسير التوزيع المكانى للظواهر، والربط بينها وبين الظواهر المجاورة لها، والمحيط بها. واستنباط النتائج منها لتقييم العلاقات المكانية بين الظواهر، وتظهر النتائج على شكل بيانات مكانية جديدة تحمل المدلول المكانى الجديد الذى يعد محصلة تلك العلاقات المكانية.

وتتناول أساليب التحليل المكانية تحليل الموقع، المسافة، المساحة، الكثافة، التركيز والتشتت، والتجاور. كما تتناول تحليل ظواهر السطح من حيث التوزيع، والانحدار، واتجاه الانحدار، وتقوس السطح، ومدى رؤية الظواهر والمواقع، الجريان المائى واتجاهات تدفقه، وغيرها ..، كما تتناول تحليل الظواهر المناخية وانبعاث خرائط المناخ، وخرائط الثلوث، وخرائط خطوط التساوى سواء المعتمدة على البيانات الطبيعية أو على البيانات البشرية. كما تتناول تحليل شبكات المياه والكهرباء والغاز، وشبكات الطرق والمواصلات، وشبكات الري والصرف وغيرها، وتتناول أيضاً تحليل توزيع استخدامات الأرض وأنواعها والتغيرات المستمرة فيها، وإعادة تصنيفها بما يتوافق مع توزيع ظواهر أخرى، أو مع مرور الوقت. كما يمكنها عمل التحليل الثلاثى الأبعاد للظواهر التضاريسية بما يحقق معيزات كثيرة للرؤية الميدانية وإدراك التغير فى انحدار سطح الأرض واتجاهه.

#### سابعا، النمذجة Modelling،

النموذج هو تمثيل بسيط للظاهرة أو النظام يوضح المراحل المختلفة لتطور الظاهرة وعلاقتها بالمتغيرات المكانية وغير المكانية التى تؤثر فيها وتتأثر بها وإعادة تصنيف تلك العلاقات ونتائجها. وتستخدم نظم المعلومات الجغرافية فى بناء ثلاثة أنواع من النماذج للبيانات الجغرافية هى :

١- النموذج الواقعى (الحقيقى) Real Model ويوضح هذا النموذج صورة واقعية

١- النموذج الراقى (الحقيقى) Real Model ويوضح هذا النموذج صورة واقعية لتطور الظاهرة والعوامل المؤثرة فيها.

٢- النموذج الدائرى Cyclical Model ويوضح العلاقات المتبادلة بين الظاهرة والظواهر الأخرى.

٣- النموذج الرياضى Mathematical Model وهى صيغ ومعادلات حسابية وإحصائية تقوم بحساب العلاقات بين الظاهرة والظواهر الأخرى وحساب القيم المتوقعة لتلك العلاقات فى المستقبل.

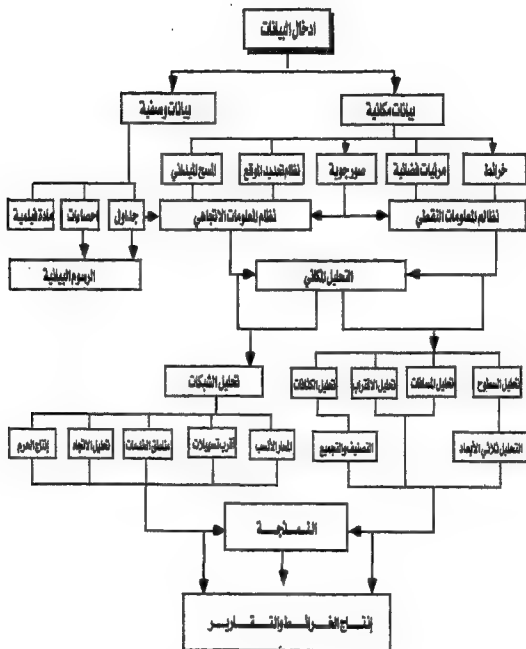
ثامناً، إخراج البيانات Data output،

يعتمد نوع المعلومات التى تخرجها نظم المعلومات الجغرافية على المستخدم والهدف من بناء النظام، وقدرة البرنامج المستخدم فى الإخراج، ومعظم مخرجات نظم المعلومات الجغرافية تكون من الخرائط، الجداول، التقارير.

فعلى سبيل المثال يحتاج بعض الكتاب إلى جداول ورسومات بسيطة وخرائط سهلة، فى حين يحتاج متخصصى علم الخرائط إلى تفاصيل كثيرة فى الخرائط المنتجة من النظم، ويحتاج المخططون إلى تفاصيل أكثر فى الخرائط، وطبقات معلوماتية متعددة تساعد على اتخاذ قراراتهم، ويحتاجون أيضاً إلى تقارير تساعد على التوقع المستقبلى لخطط التنمية.

وتتضمن نظم المعلومات الجغرافية أدوات متعددة لتصميم وإعداد الخرائط بعناصرها الكاملة (عنوان - مفتاح - اتجاه شمال - مقياس رسم... وغيرها)، كما تتضمن وظيفة هامة جداً للتحكم فى التفاصيل التى تحتويها الخرائط، وهى التعميم Generalization حيث يتم التحكم فى قاعدة البيانات المكانية لعرض تفاصيل أكثر أو أقل على الخرائط بالتوافق مع تغير مقياس رسم الخريطة.

فعلى سبيل المثال عند إخراج خريطة الشرق الأوسط من قاعدة بيانات العالم ففى هذه الحالة لن تظهر المدن المصرية الصغيرة فى الخريطة، لكن حين يتم تكبير مقياس الرسم ليظهر إقليم الدلتا فى مصر ففى هذه الحالة تظهر



شكل رقم (٢) وظائف نظم المعلومات الجغرافية

المسكن المصرية الصغيرة بالرغم من عدم تغير قاعدة البيانات الجغرافية في الحالتين.

وبالمثل عند إخراج خريطة لأحد الأنهار بمقياس رسم صغير سوف تخفى المنحنيات والتعرجات وتفاصيل المجرى، وفي حالة تكبير مقياس رسم الخريطة فسوف تعود المنحنيات والتعرجات وتفاصيل المجرى إلى الظهور.

#### مستقبل نظم المعلومات الجغرافية:

يتضح من العرض السابق مدى التقدم في آلية البيانات المكانية والوظائف التي تقوم بها نظم المعلومات الجغرافية في إدارتها وتحليلها وإخراجها، فقد تقدمت عمليات تحويل الخرائط إلى بيانات رقمية متعددة التركيب ذات فعالية تحليلية كبيرة، وأمكن تخزين مجموعة هائلة من البيانات الجغرافية يمكن استرجاعها وعرضها والاستفسار عنها في وقت ضئيل جداً، ويمكن أيضاً الحصول عليها بسهولة من الهيئات والمنظمات وعبر شبكة الانترنت، وأمكن للبرمجيات الحالية التأثير في التحول في إدارة البيانات وتحليلها إلى طرق آلية كثيرة بدلاً من الطرق التقليدية.

ويمكن المهتمون بنظم المعلومات الجغرافية وبرمجياتها على الوصول إلى درجات عالية من الدقة، والتعامل مع أنواع متعددة من البيانات المكانية المعرفة جغرافياً عن طريق الاحداثيات الجغرافية، وأنسب شكل يتوافق مع الشكل الحقيقي للأرض، وأنسب طرق الإسقاط لها، وتحقيق تفاعل وترابط أكثر بين البيانات الجغرافية بأنواعها، وتبسيط عمليات التحليل بينها. وبذلك يكون من محصلة تلك الجهود سهولة أكبر، وتكلفة أقل، ومنفعة أعظم عند استخدام نظم المعلومات الجغرافية، مما يؤهل لزيادة تطبيقات استخدامها في مجالات متعددة، الأمر الذي يجعلنا نهتم بتدريسها وتعلمها، والحرص على التواصل معها ومعرفة كل ما هو جديد فيها.

ولقد تحقق في الوقت الحاضر الكثير من التقدم في الحصول على البيانات



الرقمية، فقد أصبح متاحاً بهيئات المساحة المدنية والجيولوجية، وبعض المنظمات المهمة بانتاج قواعد البيانات المكانية مثل هيئات الأرصاد الجوية، والنقل والمواصلات، والاستشعار من بعد، المساحة الجوية، والمساحة البحرية، وإدارات الموانئ والتخطيط، ودواوين المدن الكبرى وغيرها، أصبح متاحاً الحصول على بيانات رقمية بمقاييس مختلفة، ومحفوظة على ملفات متوافقة مع نظم المعلومات الجغرافية، وبأسعار مخفضة أو مناسبة، وبأحجام مختلفة.

كما اهتمت كثير من بيوت المال وإدارة الأعمال، وهيئات الاتصالات، وخدمات التوزيع، وخدمات الترفية، بالإضافة إلى المراكز العلمية البحثية بإرسال مندوبيها للانضمام إلى دورات تدريبية في نظم المعلومات الجغرافية، لرفع كفاءتهم والاستفادة من أساليبها في إدارة أعمالهم وأبحاثهم.

كما تطور إنتاج الحواسيب الآلية الشخصية بشكل كبير وارتفعت سعتها وانخفضت أسعارها وزادت قدرتها التحليلية، وقدرتها على عرض البيانات واستخراجها، كما تطورت برمجيات نظم المعلومات الجغرافية وأضيف لها خصائص جديدة مرتبطة باللغة، وطرق الحفظ، وعرض واسترجاع وتحليل البيانات، وزاد توافقها مع برمجيات الاحصاء والجدول الالكترونية، والبرامج الرسومية وبخاصة أنظمة CAD، وزاد حجم السوق لتلك البرمجيات حيث انتشر استخدامها والتدريب عليها.

وعلى الرغم من تلك التطورات في إمكانيات نظم المعلومات الجغرافية واستخدامها من قبل جهات متعددة ومختلفة الأغراض، إلا أنه يمكن القول بأن نظم المعلومات الجغرافية تحتاج إلى العديد من الاجراءات التي تجعلها ترتقى لاستخدام بيانات البعد الثالث (الرؤية المجسمة) والبعد الرابع (اضافة البعد الزمني)، التي لازال استخدامها محدود حتى الآن، بالإضافة إلى بيانات الوسائط المتعددة Multimedia باستخدام الصور والأشكال، والصوت، وأفلام الفيديو، التي لازال استخدامها محدوداً في نظم المعلومات الجغرافية.

وتعد تقنية تحديد المواقع العالمية (GPS) The Global Positioning System من أهم التقنيات التي تعتمد عليها نظم المعلومات الجغرافية كمصدر من مصادر البيانات، فهذه التقنية تتطور بشكل سريع الآن ، وأصبحت متاحة للعديد من الاستخدامات، وبخاصة أن أحجام أجهزتها أصبحت أقل حجماً، وتكلفتها أقل سعراً، وذاكرتها أكبر سعة، مما يؤول للتوسع في استخدامها في جمع البيانات الحقلية، وقد زاد من أهميتها أنه يمكن ربطها بأجهزة الكترونية محمولة، مثل التليفون المحمول، الحاسب الآلى المحمول، المفكرات الالكترونية المحمولة ، كما أنها تحفظ بياناتها في ملفات متوافقة تماماً مع نظم المعلومات الجغرافية وبرمجياتها، الأمر الذى ينبئ بزيادة الاعتماد عليها في المستقبل كمصدر للبيانات المكانية بتكامل واضح مع نظم المعلومات الجغرافية.

إذن يمكننا أن نطرح بعض التساؤلات التى سوف تشكل الإجابة عليها مستقبل نظم المعلومات الجغرافية ، فهل من الممكن أن تكون نظم المعلومات الجغرافية نظم ثلاثية الأبعاد ؟ أو رباعية الأبعاد ؟ وهل من الممكن تصميم نماذج بيانات جديدة بخلاف نظامى Vector / Raster ؟ ، وهل من الممكن تصميم طريقة أخرى لتمثيل المكان بخلاف الخريطة ؟ ، وهل من الممكن أن تستخدم أساليب تحليل ونمذجة توضح التفاعل بين الظواهرات بشكل أفضل ؟ هذه التساؤلات تطرح ما يمكن أن يكون عليه مستقبل نظم المعلومات الجغرافية .

ولأن مسار التطور الإلكترونى فى الآونة الأخيرة أصبح سريعاً ، فقد ظهر ما يعرف بنظم المعلومات الجغرافية المفتوحة Open GIS ، ودشنها إتحاد عالمى مكون من ٣٣٣ شركة ووكالة حكومية وجامعات دولية يسمى Open Geospatial Consortium (OGC) ، وي طرح من خلالها خدمات الطول السريعة على صفحات الويب بشبكة الإنترنت، وتقدم - بدون قيود - معلومات مكانية وخدمات تحليلية مجانية لأى نوع من التطبيقات بدقة عالية جداً وباستخدام برامج خاصة أنتجها

OGC's Open GIS . وتشكل هذه الخدمات المجانية خطورة على برمجيات نظم المعلومات الجغرافية المتاحة بالأسواق قد يتسبب في كسادها وإفلاس شركاتها (١) . وشهدت الآونة الأخيرة ثورة معلوماتية هائلة على شبكة الإنترنت، عبر المتصفحات العملاقة التي تطرح بيانات خرائطية لا حصر لها مثل Google Maps ، Yahoo ! Maps ، Rand McNally ، وتوفر هذه المتصفحات عبوراً لصفحاتها للحصول على بيانات جغرافية لا حصر لها متمثلة في الخرائط والصور الجوية والصور الفضائية بمقاييس متعددة ، كما توفر متصفحات Google Maps محرك API الذي يؤول المستخدم لعمل تطبيقات مختصرة ترتبط بخرائط الطرق والصور الجوية والمرئيات الفضائية ، التي يستفيد منها الباحثين والدارسين والمهتمين في مجالات التخطيط والطرق .

وقد قامت العديد من الشركات المتخصصة في مجال نظم المعلومات الجغرافية بنشر العديد من الأبحاث والدراسات، وعمل دورات تدريبية مجانية مفتوحة على شبكة الإنترنت توهل الأفراد للدراسة والتدريب والاستفادة من التطبيقات المتعددة ، ومن تلك التطبيقات ESRI's ArcIMS ، Autodesk's ، ArcGIS server ، Mapguide ، SeaTrails' AtlasAlive .

#### تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية:

أصبحت نظم المعلومات الجغرافية تقنية يعتمد عليها مجموعة كبيرة من التخصصات، فعلى الرغم من أنها انشلت على أيدي المخططين ومدير المواقع إلا أنها انتقلت إلى العديد من التخصصات، ويخطئ من يعتقد أن هذه التقنية قاصرة على دارسي الجغرافيا وباحثيها فقط، ولكن نتيجة لارتباطها بالمعلومات المكانية عرفت بأنها نظم جغرافية نسبة إلى نوع البيانات المعتمدة عليها لا إلى علم

---

(1) Wikipedia Encyclopedia, Geographic Information Systems, [http://en.wikipedia.org/wiki/Geographic\\_information\\_system](http://en.wikipedia.org/wiki/Geographic_information_system), 30/5/2007, 02 : 41 : 36 Pm.

الجغرافيا. فيستخدمها الجغرافيون وغير الجغرافيين ونستعرض فيما يلي أهم التطبيقات التي تستخدم فيها نظم المعلومات الجغرافية.

أولاً: مجال حصر الموارد واستخدامات الأرض:

ويضم هذا المجال التطبيقات التالية:

- ١- حصر الموارد الطبيعية والبشرية واستثمارها.
- ٢- إحصاءات السكان والمباني والمنشآت.
- ٣- توزيع استخدامات الأرض وتحليل تغيرها المكاني والزمني.
- ٤- توزيع الخدمات بأنواعها وتحليل نطاقات الخدمة.
- ٥- الأنشطة الاقتصادية.
- ٦- الضرائب والأملاك.

ثانياً: مجال إنتاج الخرائط:

ويضم هذا المجال التطبيقات التالية:

- ١- الخرائط الجيولوجية.
- ٢- خرائط موارد الطاقة والتعدين.
- ٣- خرائط الموارد المائية (الخريطة الهيدرولوجية).
- ٤- خرائط الطقس والمناخ.
- ٥- الخرائط الطبوغرافية.

ثالثاً: مجال الإدارة:

ويضم هذا المجال التطبيقات التالية:

- ١- إدارة المواقع (الموانئ بأنواعها - مراكز الطوارئ - الأسواق - وغيرها).
- ٢- إدارة المرافق والشبكات (المياه - الطاقة - الصرف الصحي - الطرق - الري والصرف .. وغيرها) والتحكم في الأعطال.

٣- إدارة الكوارث والأزمات (الحرائق - انتشار الأوبئة - تسرب المواد الحارقة - الزلازل - الأخطار البيئية).

٤- مكافحة الجريمة.

٥- مكافحة التلوث.

٦- إدارة الموارد الطبيعية مثل الغابات، المحميات، التربة، الحياة البرية).

رابعاً، مجال التخطيط:

ويضم هذا المجال التطبيقات التالية:

١- تخطيط المدن.

٢- توزيع استخدامات الأرض ومستقبلها.

٣- التخطيط الاقتصادي.

٤- الأسواق.

الخلاصة،

نخلص من دراسة ماهية نظم المعلومات الجغرافية إلى مجموعة من النتائج الهامة نستعرضها فيما يلي:

١- تعد نظم المعلومات الجغرافية GISystem تقنية رقمية آلية تستخدم لادخال وتخزين وعرض واسترجاع ومعالجة وتحليل وتصنيف ونمذجة البيانات الجغرافية.

٢- يمثل علم المعلومات الجغرافية GIScience الأساس النظري لنظم المعلومات الجغرافية GISystems وهو العلم الذي يقف خلفها.

٣- يتكون أى نظام معلومات جغرافى من خمسة مكونات أساسية هي: أجهزة الحاسب الآلى، برامج نظم المعلومات الجغرافية، البيانات، إدارة البيانات، الأفراد.

٤- صممت برامج نظم المعلومات الجغرافية للتعامل مع البيانات المكانية التي

تُعرف عن طريق معلومات الموقع والشكل الهندسى له بالإضافة إلى مجموعة بيانات وصفية تحدد خصائصها .

٥- توجد البيانات المكانية فى ثلاث صور أساسية هى : النقطة ، الخط ، المضلع (المساحة) ، وهى تتوزع على شكلين أساسيين ، الأول رسموى والثانى وصفى .

٦- يتم تعريف البيانات المكانية إلى نظم المعلومات الجغرافية بنظامين أساسيين هما : نظام المعلومات الاتجاهى ونظام المعلومات النقطى وهما يختلفان فى الفكرة والتركيب وكل منهما يناسب أنواعاً معينة من الظواهر ، ويرتبط بالبيانات الوصفية بطريقة مخالفة للآخر .

٧- تعد عملية ادخال البيانات أكثر عمليات نظم المعلومات الجغرافية تكلفة واستهلاكاً للوقت فتحتاج البيانات المكانية إلى ترقيم وحفظ وتعريب وترتيب واستبدال . كما تحتاج البيانات الوصفية إلى جدولة وتكويد وربط بالبيانات المكانية ، وكلها عمليات تحتاج إلى الدقة والخبرة فى ادخالها فهى الأساس الذى يبنى عليه النظام المعلوماتى الجغرافى .

٨- تعد عملية تحليل البيانات أهم وظائف نظم المعلومات الجغرافية حيث ترتبط القرارات المناسبة بنتائج التحليل . وتتعدد عمليات التحليل المكانى وغير المكانى وتناسب مع كل من نظام المعلومات الاتجاهى والنقطى ، وتشكل نتائجها الأساس الذى سوف يبنى عليه قرارات التخطيط والتنمية والتطوير والتوقع المستقبلى .

٩- تعتمد تخصصات متعددة ومختلفة الاتجاهات على نظم المعلومات الجغرافية فى دراستها وإدارتها مثل مجالات حصر الموارد واستخدامات الأرضى ، إنتاج الخرائط ، الإدارة ، التخطيط والتنمية .

## مواقع برمجيات نظم المعلومات الجغرافية على شبكة الإنترنت

<http://www.esri.com>

<http://www3.autodesk.com>

<http://www.mnplan.state.mn.us/EPPL7>.

<http://www3.baylor.edu/grass/>

<http://www.itc.nl/ilwis>

<http://www.manifold.net>

<http://www.mapinfo.com>

<http://www.intergraph.com>

<http://www.pcigeomatics.com>

<http://www2.bentley.com>

<http://www.tydac.ch>

<http://www.caliper.com>

<http://wnp.marconi.com>





### مفهوم التحليل المكاني وأساليبه

- مقدمة
- العلاقات المكانية
- التحليل المكاني
- أساليب التحليل المكاني
- أولاً، أساليب التحليل المكاني للبيانات الاتجاهية Vector
- ثانياً، أساليب التحليل المكاني للبيانات النقطية Raster
- ثالثاً، أساليب التحليل المكاني للبيانات النقطية أو الاتجاهية
- الخلاصة
- الملاحق



## مقدمة..

يهتم علم الجغرافيا وتطبيقاته بالتوزيع الجغرافي للمظاهر على سطح الأرض، والبحث في أسباب التوزيع والعوامل المؤثرة فيه، وقياس العلاقات الارتباطية بين الظاهرة المدروسة والمظاهر المجاورة لها، أو البعيدة منها التي تربطها إلى ظاهرة أو ظواهر أخرى، وتقسيم سطح الأرض إلى أقاليم ونطاقات لكل منها خصائص جغرافية معينة، وهو ما يشكل في النهاية منظومة جغرافية محكمة، تشكل قاعدة بيانات جغرافية شاملة تمثل الأساس الذي تعتمد عليه صناعة القرار الأنسب للتخطيط والتنمية، والاستغلال الأنسب للموارد المتاحة.

يستخدم الجغرافي مجموعة من أدوات القياس الميداني، وأساليب القياس الكارثوجرافي، وأساليب القياس الكمي تساعد في تفسير سلوك التوزيع الجغرافي للظاهرة المعنية، وفي تقييم العلاقات المكانية المتبادلة بينها وبين الظواهر الأخرى في منطقة الدراسة، وفي الوصول إلى التصنيف الأنسب لخصائص الظاهرة المدروسة، وتكون المحصلة النهائية مجموعة من التقارير والخرائط والأشكال الرسومية التي تصنع اعتماداً على النتائج التي توصل إليها الباحث من جراء استخدامه لأدواته وأساليب القياس.

ولفترة طويلة ظل تطور الفكر الجغرافي مرهوناً بمدى زيادة القدرة على إدراك التغير المكاني والزمني للمظاهر الجغرافية، واعتمدت زيادة القدرة على الإدراك على زيادة أنواع الأدوات وأساليب القياس، التي تطورت بدورها تبعاً للتطور التكنولوجي الذي انتاب صناعة تلك الأدوات، والذي انتاب أيضاً مصادر البيانات الجغرافية، فتحوّلت قدرة الباحث من مجرد ملاحظات ميدانية، إلى دراسات ميدانية تستخدم فيها الآلات والأجهزة والأدوات لقياس الظاهرة ميدانياً، إلى دراسات تستخدم فيها الصور الجوية

فى تفسير توزيع الظواهر الجغرافية، وفى قياس أبعادها وأشكالها وكثافة توزيعها، إلى دراسات تستخدم المراثيات الفضائية فى التفسير والقياس وحصر الموارد المتاحة والتعرف على خصائصها.

وقد ساعدت تكنولوجيا الحواسب الآلية فى زيادة القدرة على تفسير التوزيع الجغرافى وتقييم علاقاته بشكل آلى سريع ودقيق، يتوافق مع الأنواع المتباينة من مصادر البيانات، وتقدمت كثيراً تقنية الاستشعار من بعد وأصبحت مصدراً رئيسياً موثوق به للبيانات الجغرافية، ومنحت الجغرافى مزيد من الوقت بسبب اختصارها للوقت فى عملياتها، ومزيد من التخصيص والتمعن بسبب ما تقدمه من صور دقيقة لسطح الأرض تشمل مناطق مأهولة وغير مأهولة، بغض النظر عن صعوبة الوصول إليها أو الاستقرار فيها، وبالتالي فقد أعطت المراثيات الفضائية الجغرافى مادة علمية جديدة لم يكن يعرفها من قبل، شكلت متغيراً جديداً وضعه فى الاعتبار عند الربط بين الظواهر، والبحث عن العلاقات المكانية بينها.

وبدا الجغرافى يعرف لأول مرة المعلومات الرقمية من خلال اعتماده على المراثيات الفضائية المسجلة على شرائط رقمية مغلطة، ومن خلال تحليلها بواسطة الحاسب الآلى وبرمجياته، وكانت هذه بداية طفرة هائلة فى مصادر البيانات وتحولها إلى معلومات مفيدة، وتحليلها باستخدام برامج التحليل الرقمية للشكل Digital Image Analysis وبرامج التحليل الكارتوجرافى Computer Mapping، وشكلت المحصلة النهائية دراسات تفصيلية دقيقة يزداد فيها درجة الإدراك والتمعن فى فهم التوزيع الجغرافى للظواهر وتقييم العلاقات المكانية، بما يسهل ويدعم اتخاذ القرار.

وقد اتاحت تكنولوجيا نظام تحديد المواقع العالمية The Global Positioning System (GPS) بعداً آخر من أبعاد الحصول على المعلومات،

فأصبح من البهل خلالها تحديد المواقع وتعريفها جغرافياً، وتحديد مسارات السير والاتجاه، على هيئة بيانات رقمية Digital Data يسهل تخزينها واسترجاعها، فرفعت من كفاءة الدراسات الميدانية، وسهلت متابعة الظواهر المتحركة والثابتة معاً.

وبناءً على ما تقدم فإن الجغرافى اليوم يملك أدوات ذات قدرات تكنولوجية عالية تساعده فى وقت قصير وتكلفة أقل ودقة أعلى فى فهم التوزيع الجغرافى، وتفسير للتغير المكانى والزمنى الذى ينتابه، وتقييم العلاقات المكانية بين الظواهر، واستخلاص النتائج الدقيقة التى تدعم قرارات التخطيط والتنمية والاعداد للمستقبل.

وفى ظل هذه الطفرات العلمية التى قفزت بالجغرافيا وتطبيقاتها إلى مستويات مرتفعة الدقة تلقى ثقة المجتمع وهيئاته وتعتمد عليها سياساته ونظراته للمستقبل، فى ظل ذلك قدمت نظم المعلومات الجغرافية المنهج والأسلوب والأدوات والأساليب الآلية لجمع وتخزين البيانات من مصادرها وبخاصة الرقمية، ومعالجتها وتحليلها واستخلاص النتائج منها بصورة آلية تبدأ من تصميم مكوناتها وتنتهى بصياغة نتائجها على شكل تقارير وخرائط ونماذج تقدم لصانع القرار الأساس الذى يتخذ عليه قراره فى حالة ما إذا لم تكن قد عرضت أوتوماتيكياً القرار الأنسب.

كيف تتعامل نظم المعلومات الجغرافية مع مصادر البيانات؟ وكيف تنظم البيانات وتُعدّها للتحليل الأنسب؟ وكيف تستخرج البيانات بالشكل الأنسب. هذا هو دور مستخدم نظم المعلومات الجغرافية العقل المفكر للنظام، الذى لا بد أن يكون مؤهلاً لإدارتها واستنباط النتائج من خلالها، وهذا ما نهدف إليه من خلال هذا الكتاب، هو التدريب على أساليب القياس والتحليل المكانية للمعلومات المكانية المجموعة من مصادر بيانات رقمية.

## العلاقات المكانية:

يرتبط كل مظهر على سطح الأرض بغيره كان مجاوراً له أو بعيداً عنه، وتتباين مستويات العلاقات الترابطية بين الظواهر، فهي تكون قوية أو ضعيفة، طردية أو عكسية، شاملة أو محلية، مؤقتة أو دائمة، تبعاً لتباين مكوناتها وخصائص عناصرها، فالتغير الذى ينتابها هو محصلة التغير فى ظواهر أخرى مكانية وزمانية، ويؤثر هذا التغير فى غيرها من الظواهر الجغرافية الأخرى المرتبطة معها فتتغير هى الأخرى، وتصبح الظواهر الجغرافية على سطح الأرض فى حالة متغيرة باستمرار بمرور الزمن، وتغير قيمة المكان.

ويشعر الجغرافى بالتغير الذى انتاب الظاهرة بقوة الملاحظة الميدانية، أو بتحويل خصائص الظاهرة إلى قيم كمية يمكن استخدامها احصائياً فى قياس العلاقات الارتباطية، أو باستخدام خصائصها احصائياً فى قياس العلاقات الارتباطية، أو باستخدام خصائصها المكانية من الموقع والشكل والحجم والمساحة والأبعاد والحدود والمحيط والامتداد، وما يحيط بها من ظواهر أخرى لكل منها خصائصها المكانية المستقلة فى تقييم التغير فى خصائص الظواهر، فالظاهرة لا تتغير منفردة ولكنها محصلة التغير الذى ينتاب الظواهر الأخرى، كما أنها تؤثر بدورها فى تغير الظواهر الأخرى.

فالعلاقات المكانية علاقات غير منعزلة، متشابهة ومعقدة، ترتبط بمجموعة كبيرة من القياسات المكانية التى تفسر سلوك العلاقة، ومستوى قوتها، ومدى ارتباطها بظواهر مجاورة أو بعيدة عنها، ومدى ارتباطها بالتنظيم المكانى للسطح الجغرافى.

## التحليل المكاني Spatial Analysis

هو أسلوب لقياس العلاقات المكانية بين الظواهر اعتماداً على قياسات الموقع والشكل والأبعاد والمساحات والاتجاهات والمجاورة والمطابقة والارتفاع والانخفاض والتصنيف والتجميع والترتيب. بغرض تفسير العلاقات المكانية والاستفادة منها، وفهم أسباب وجود وتوزيع الظواهر على سطح الأرض، والتنبؤ بسلوك تلك الظواهر في المستقبل.

وتتباين أساليب التحليل المكاني تبعاً لنوع الظواهر المدروسة، فمنها ما يناسب توزيع الظواهر النقطية لقياس التوزيع، والمسافة بينها، والمساحة، والكثافة، والتركز أو التشتت وعلاقتها بالظواهر المجاورة، ومنها ما يناسب توزيع الظواهر الخطية لقياس التوزيع، وأطوال الخطوط، والمساحة التي تخدمها، وكثافتها، وكفاءتها، واتجاهاتها، وأوزانها، ومنها ما يناسب الظواهر المساحية لقياس مساحتها ومحيطاتها، وأنواع الظواهر الموزعة بداخلها، والتغير المكاني والزمني لها، وتعديل استخداماتها، وإضافة مساحات أخرى إليها أو خصمها منها.

وتتباين أساليب التحليل المكاني الرقمي تبعاً لتباين نموذج البيانات الرقمية المستخدم في ترقيع الظواهر الجغرافية (النقطي Raster أو الاتجاهي Vector) فكل منهما عمليات تحليلية تناسب تركيبها، وتنظيمها، وترتيبها، وحجم بياناتها، وتنوع صفاتها، وتصلح بعض أساليب التحليل المكاني في تحليل البيانات المصممة إما بالنظام النقطي Raster أو بالنظام الاتجاهي Vector، ولكن على الرغم من تشابه المقياس المستخدم في التحليل بينهما إلا أن طريقة خطوات التحليل تختلف في كل منهما.

## أساليب التحليل المكاني:

تتعدد أساليب التحليل المكاني المستخدمة في نظم المعلومات الجغرافية وهي تتوزع لتناسب أنواع الظواهر المطلوب تحليلها، فمنها ما يناسب تحليل البيانات النقطية مثل الفنادق، المصانع، الآبار، مراكز التسوق، المطاعم، المستشفيات، مراكز الاسعاف، مراكز اطفاء الحريق، المدارس، الجامعات، المطارات، مراكز الترفيه، محطات الأرصاد الجوية، نقاط المناسيب، محطات الرصد البيئي، البراكين، وغيرها من الظواهر النقطية.

ومن أساليب التحليل المكاني ما يناسب تحليل البيانات الخطية مثل الطرق بأنواعها، خطوط الملاحة الجوية والبحرية، القنوات المائية من الأنهار والترع والمصارف، وشبكات المياه، الكهرباء، الغاز، الصرف الصحي، الحدود السياسية، خط الساحل، خطوط الفوالق والانكسارات، المسارات السياحية وغيرها من الظواهر الخطية.

ومن أساليب التحليل المكاني ما يناسب تحليل البيانات المساحية مثل نطاقات استخدام الأرض (السكني، الصناعي، الزراعي، التجاري، الصحي، التعليمي، السياحي، المساحات الخضراء، المساحات الفضاء، ونطاقات التضاريس، ونطاقات القرية، النيات الطبيعي (الغابات، الحشائش، الصحاري)، ونطاقات المحاصيل المزروعة، وغيرها من الظواهر المساحية.

ويُحول مستخدم نظم المعلومات الجغرافية بياناتهم الممسوحة رقمياً إلى ملفات موزعة على نموذجي البيانات النقطية Raster أو الاتجاهية Vector، بما يتناسب مع البيانات المستخدمة في تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية، ومن الممكن التحويل بينهما إذا تطلب الأمر ذلك. وتباين أساليب التحليل المكاني تبعاً لاختلاف نموذج البيانات المحفوظة عليه، فمنها ما يناسب



نموذج البيانات النقطية Raster مثل بيانات المرئيات الفضائية على سبيل المثال، ومنها ما يناسب نموذج البيانات الاتجاهية مثل بيانات الشبكات Network على سبيل المثال، ومن أساليب التحليل المكاني ما يمكن استخدامه في تحليل البيانات بنموذج البيانات النقطية Raster أو نموذج البيانات الاتجاهية Vector، وفيما يلي نستعرض أنواع أساليب التحليل المكاني موزعة على كل حالة.

#### أولاً، أساليب التحليل المكاني للبيانات الاتجاهية Vector،

يعتمد هذا النظام على تحديد الظواهر بواسطة أحداثياتها الأفقية والرأسية، ويناسب هذا النظام تحليل الشبكات Network Analysis بشكل أساسي، ويشمل ذلك شبكات المجارى المائية وشبكات مرافق المياه والكهرباء والغاز والصرف الصحي، شبكات الاتصالات الهاتفية. وكذلك الخدمات التي لها علاقة بتلك الشبكات مثل خدمات الطوارئ مثل الاسعاف، اطفاء الحريق، الدفاع المدني، الأمن، الصيانة، حيث تتطلب هذه الخدمات تحديد المسار الأنسب لها وسرعة الوصول إلى موقع الحدث. ونستعرض فيما يلي أنواع أساليب التحليل المكاني التي تناسب نموذج البيانات الاتجاهية Vector.

#### ١- إنتاج الحرم Buffering،

وتعني هذه العملية انشاء نطاق له اتساع ثابت حول نقطة أو خط أو مساحة في خريطة واحدة، وتكون المحصلة انشاء خريطة جديدة تحتوي على الظاهرة والحرم الذى يحيط بها، فإذا كانت الظاهرة نقطية يكون الحرم نطاق دائرى يحيط بالنقطة، وإذا كانت الظاهرة خطية يكون الحرم نطاق طولى يحيط بالخط، وإذا كانت الظاهرة مساحية يكون الحرم نطاق مساحى خارجى يحيط بالمساحة الأصلية.

## ٢- تحليل الشبكات Network Analysis:

ويتم خلالها تحديد المسار الأنسب The best Route وهو المسار الأنسب الذى يؤدي إلى مواقع معينة، أو من موقع معين إلى موقع آخر معين خلال الشبكة، وقد يكون المسار الأنسب هو المسار الأقرب The Shortest Route، أو المسار الأسرع The Quickest route. كما يتم من خلالها تحديد أقرب تسهيلات The Closest Facility مقدمة لأى موقع داخل الشبكة، كأن يحدد أقرب الخدمات المتاحة لموقع ما على الشبكة. كما يتم من خلالها تحليل الاتجاه Directions Analysis وفيه يتم إنتاج المسارات التى يمكن تتبعها عند التحرك من موقع إلى آخر من مواقع الشبكة.

## ٣- معالجة الخرائط Maps Manipulation:

وهى مجموعة من العمليات التى تجرى داخل الخريطة لإنتاج خريطة جديدة لها خصائص وبيانات وصفية جديدة، وهى عمليات التلاشى Dissolve، القطع Clip، الاندماج Merge، الاختيار Select، الحذف Eliminate، التحديث Update، المسح Erase، التقسيم Split.

## ثانياً، أساليب التحليل المكانى للبيانات النقطية Raster:

يعتمد نموذج البيانات النقطية Raster على تحديد الظواهر بواسطة وجودها داخل شبكة من المربعات Pixels (متساوية المساحة) تمثل منطقة الدراسة وبحيث يهتم تمييز الظاهرة داخل الشبكة عن طريق إعطاء قيمة واحدة لها تسجل داخل المربعات التى تحتلها الظاهرة، أما باقى المربعات الخالية منها فإما أن تأخذ قيمة واحدة لها تسجل بداخلها تشير إلى عدم وجود الظاهرة المدروسة فيها، أو تأخذ قيم أخرى تعبر عن وجود ظواهر أخرى بداخلها. ويعتمد التحليل المكانى للبيانات النقطية Raster على إجراء العمليات

الحسابية الخاصة به على القيمة الموجزة داخل المربع (الخلية Cell) فى شبكة البيانات النقطية للخريطة المستخدمة فى التحليل وهى القيمة التى تعبر عن نوع الظاهرة، أو كميتها. وبعد انتهاء عملية التحليل المكانى سوف ننتج خريطة جديدة أو شبكة مربعات جديدة (لها الأبعاد نفسها والمساحة نفسها) تمثل البيانات المخرجة ومسجل بكل خلية فيها قيمة جديدة تمثل محصلة عملية التحليل المكانى. ونستعرض فيما يلى أنواع أساليب التحليل المكانى التى تناسب نموذج البيانات النقطية Raster.

#### ١- عمليات موضعية Local Operations:

وهى عمليات حسابية تتم على الخلايا ذاتها داخل شبكة المعلومات النقطية (الخريطة) المستخدمة فى عملية التحليل، مثل عمليات الحساب المنطقية مثل الجمع، الطرح، الضرب، القسمة، وعمليات حساب المثلثات، وعمليات القوى مثل قوة الأس، أو قوة الجذر. وتكون النتيجة الحصول على خريطة جديدة تكون قيم الخلايا فيها هى القيم المحسوبة بواسطة هذه العمليات.

#### ٢- عمليات المجاورة Neighborhood Operations:

وهى عمليات حسابية وإحصائية تتم على مجموعة الخلايا المجاورة لخلية معينة توجد فى موقع يتوسط الخلايا المجاورة (الخلية المركزية)، والقيمة الناتجة عن العملية الحسابية أو الإحصائية تسجل داخل الخلية المركزية، وتكرر عمليات التحليل لكل خلية بالنسبة لمجموعة الخلايا المجاورة لها ننتج خريطة جديدة بقيم خلايا جديدة تعبر عن نتائج التحليل.

#### ٣- عمليات نطاقية Zonal Operations:

وهى عمليات حسابية وإحصائية تتم على مجموعة الخلايا المتجاورة أو غير المتجاورة التى تحمل قيمة واحدة تدل على نوع واحد من الاستغلال وهو ما

يعرف بنطاق الاستغلال الذي يتم تحديده اعتماداً على قيم بيانات أخرى لمتغير آخر، كأن يتم حساب متوسط منسوب سطح الأرض (من خريطة المناسيب) في نطاق التربة الطميية (على خريطة نطاقات التربة) على سبيل المثال.

#### ٤- تحليل المسافات Distance Analysis،

ويستخدم في انتاج خرائط المسافات التي تُسجل بكل خلية قيمة البعد بينها وبين خلية معينة، أو خلايا تمثل امتداد خط معين، وخرائط المسافة الموزونة Weghted - Distance Map المستخدمة في تحديد المسافة التي تحقق أقل تكلفة بين كل خلية وخلية معينة على سبيل المثال.

#### ٥- تحليل الكثافة Density Analysis،

ويستخدم في انتاج خرائط الكثافة التي تُسجل بكل خلية فيها قيمة النسبة بين العدد أو الطول، والمساحة الموزع فيها، وتنتج في النهاية خريطة تصنيف الكثافات في المنطقة المدروسة.

#### ثالثاً، أساليب التحليل المكاني للبيانات النقطية Raster أو البيانات الاتجاهية Vector،

يصلح استخدام بعض أساليب التحليل المكاني لتحليل البيانات النقطية Raster أو البيانات الاتجاهية Vector، ونتيجة لاختلاف التركيب الأساسي للبيانات بين النموذجين فإن طريقة التحليل وخطواته ستختلف بين كلا منهما، وكذلك الخرائط الجديدة التي سوف تنتج بعد انتهاء التحليل لن تكون متطابقة بينهما. ونستعرض فيما يلي أنواع تلك الأساليب.

#### ١- تطابق الخرائط Maps Overlay،

وهي عملية هامة من عمليات المقارنة الخرائطية Map Comparison التي يستفاد منها في دراسة العلاقات المكانية بين الظاهرات، وهي نقطة البداية التي

تنتقل منها عمليات تحليل البيانات بواسطة نظم المعلومات الجغرافية. ويعنى تطابق الخرائط تجميع بيانات من خريطين أو أكثر لإنتاج بيانات جديدة أو خريطة جديدة تكون محصلة عملية للتطابق الدالة على مدى تداخل أو تقاطع الظاهرات، واتجاهات التغير المكانية للظواهر واستبدال مواقعها، مما يسهل فهم العوامل المؤثرة فى توزيع الظواهر وتغيرها المكانية على حساب ظواهر أخرى، أو مدى استقلالها عنها.

## ٢- تحليل السطوح Surface Analysis:

أو تحليل تضاريس سطح الأرض Terrain Analysis عن طريق تحليل نموذج المناسيب الرقمى (DEM) Digital Elevation Model (فى نموذج البيانات النقطية)، أو عن طريق تحليل الشبكة المثلثية للمناسيب Triangulated Irregular Network (TIN) (فى نموذج البيانات الاتجاهية) وذلك لرسم الخريطة الكتورية Contour Map، وتحليل الانحدار Slope Analysis، وتحليل اتجاه الانحدار Aspect Analysis، وتحليل الجريان المائى السطحى Watershed Analysis، وتحليل مائية السطح Hydrological Analysis، وتحليل الرؤية Viewshed Analysis، الذى يحدد الأماكن التى ترى عنصراً معيناً على سطح الأرض.

## ٣- التوليف أو الاشتقاق المكانية Spatial Interpolation:

وهى عمليات تستخدم فى اشتقاق وتقدير خصائص السطح اعتماداً على مجموعة محددة من القيم الموزعة سواء على نموذج (DEM) أو نموذج (TIN) ويستخدم هذا التحليل فى رسم خرائط خطوط التساوى التى من أهم تطبيقاتها خرائط الحرارة المتساوية Isotherm، خرائط الضغط المتساوى Isobar، خرائط المطر المتساوى Isoyats، كما تستخدم فى توزيع مستويات الماء الباطنى، الكثافة السكانية.

وتتم عمليات التحليل المكاني سواء كانت للنظام المعلوماتي النقطي أو الاتجاهي على طبقة معلوماتية واحدة أو طبقتين أو مجموعة طبقات في وقت واحد، ويتحدد ذلك تبعاً لطبيعة الظواهر المراد تحليلها، فعلى سبيل المثال عند اشتقاق خطوط المناسيب المتساوية (خطوط الكنتور) يتطلب ذلك العمل مع طبقة معلوماتية واحدة تمثل توزيع نقاط المناسيب، وفي حالة تحديد المسار الأنسب يستدعى ذلك العمل مع مجموعة طبقات في وقت واحد تمثل طبقة الطرق، طبقة أقصى سرعة مسموح بها على الطرق، وطبقة اتساع الطرق، وطبقة إشارات المرور، وطبقة اتجاهات الطرق وغيرها من خصائص الشبكة.

#### ٤- التحليل ثلاثي الأبعاد 3D Analysis:

وهو عملية انتاج خرائط ثلاثية الأبعاد على أساس نموذج (DEM)، ونموذج (TIN) تعرض سطح الأرض بشكل مجسم مما يسمح بتحليل رؤية أجزاء من سطح الأرض، ويسمح بتحديد المساحات التي تقع أعلى أو أقل من مستوى معين.

#### الخلاصة:

نخلص من العرض السابق إلى مجموعة من النتائج الهامة نستعرضها فيما يلي: -

١- يعد قياس العلاقات المكانية بين الظواهر أحد أهداف علم الجغرافيا التي تساعد باحثوه في تفسير التوزيع الجغرافي للظواهر وتقييم العلاقات المكانية المتبادلة بينها، والوصول إلى التصنيف الأنسب لخصائص الظاهرة.

٢- ساعدت تكنولوجيا الحواسيب الآلية، وتطور مصادر البيانات الرقمية في زيادة القدرة على تفسير وتقييم العلاقات المكانية، وملتحت الجغرافيا

مزيد من التمهيد والتمعن في فهم التوزيع الجغرافي وتقييم العلاقات المكانية.

٣- أصبح الجغرافي في الوقت الحاضر يملك أدوات ذات قدرات تكنولوجية عالية تساعده في وقت قصير وتكلفة أقل ودقة أعلى في فهم التوزيع الجغرافي وتفسير التغير المكاني والزمني الذي ينتابه، وتقييم العلاقات المكانية بين الظاهرات، واستخلاص النتائج الدقيقة التي تدعم قراراته بشأن التخطيط والتنمية والاعداد للمستقبل.

٤- يعد التحليل المكاني باستخدام نظم المعلومات الجغرافية أسلوب لقياس العلاقات المكانية بين الظاهرات اعتماداً على قياسات الموقع والشكل والأبعاد والمساحات والاتجاهات والمجاورة والمطابقة والارتفاع والانخفاض والتصنيف والتجميع والترتيب.

٥- تتباين أساليب التحليل المكاني تبعاً لتباين نموذج البيانات المستخدم في ترميز الظاهرات الجغرافية النقطي Raster أو الاتجاهي Vector، فكل منهما عمليات تحليلية تناسب تركيبه، وتنظيمه، وترتيبه، وحجم بياناته، وتنوع صفاته.

٦- تصلح بعض أساليب التحليل المكاني في تحليل البيانات الصممة إما بالنظام النقطي Raster، أو بالنظام الاتجاهي Vector، ولكن على الرغم من تشابه المقياس المستخدم في التحليل بينهما إلا أن طريقة خطوات التحليل تختلف في كل منهما.

الملاحق:

ملحق رقم (١):

استخدام أدوات التحليل المكاني في برنامج Arc Gis 8.1:

١- افتح برنامج ArcMap من قائمة البرامج فتظهر النافذة الأولى.

- ٢- انقر اختيار A new empty map ثم انقر Ok .
- ٣- انقر قائمة View من شريط القوائم فتظهر محتويات القائمة .
- ٤- اختر شرائط الأدوات Toolbars ثم اختر منها Spatial Analyst .
- ٥- سوف يضاف شريط أدوات التحليل المكانية Spatial Analyst إلى نافذة ArcMap .
- ٦- لتنشيط شريط أدوات التحليل المكانية انقر قائمة Tools من شريط القوائم .
- ٧- انقر توسعة Extensions ثم قم بالتأشير على Spatial Analyst .
- ٨- انقر اغلاق Close .
- ٩- ستلاحظ إضافة شريط أدوات Spatial Analyst إلى شريط القوائم بالنافذة الرئيسية لبرنامج ArcMap .



## التحليل المكاني للبيانات الاتجاهية

### Vector Data Analysis

- مقدمة.
- نموذج البيانات الاتجاهية
- بناء نموذج البيانات الاتجاهية
- أنواع البيانات الاتجاهية
- تحليل البيانات الاتجاهية
- أولاً، إنتاج الحزم.
- ثانياً، تطابق الخرائط.
- ثالثاً، قياس المسافات.
- رابعاً، معالجة الخرائط.
- الخلاصة
- الملاحق



لتباین طرق التحلیل المکانی تبعاً لتباین الظواهر الجغرافية المدروسة، وتبعاً لتباین الغرض من عمل التحلیل، وتبعاً لتباین الطريقة المستخدمة فی بناء نموذج للبیانات الرقمی المعرف إلى الحاسب الآلی .

فعلى سبیل المثال .. دارسی الظواهر المائية Hydrology سیرغبون فی تحلیل خصائص سطح الأرض مثل إختلاف المناسیب، الانحدار، اتجاه الانحدار، وأماكن تجمع المياه، وخطوط تقسیم المياه، ودارسی الظواهر الجوية Climatology سیرغبون فی تحلیل توزيع قیم عناصر المناخ باستخدام خرائط خطوط التساوی، ورسم نماذج الطقس، ودارسی استخدام الأرض Land use - Land cover سیرغبون فی تحلیل المسافات والمساحات، والتغیر المکانی والزمانی لصور استخدام الأرض، ودارسی السكان Population سیرغبون فی تحلیل توزيع السكان، وكثافتهم، وتركزهم أو تشتتهم، وارتباط ذلك بموارد سطح الأرض، ودارسی العمران Urban سیرغبون فی تحلیل المسافات والمساحات، والتجاور، ودارسی النبات الطبیعی والجغرافیا الحيوية سیرغبون فی تحلیل خصائص الموقع والمسافات والمساحات. وصور استغلال الأرض، وتوزيع الحياة البرية وارتباطها بالمظاهر والمشكلات البینية .

ويقوم الباحث باختيار البرنامج الذى سوف يستخدمه فی إجراء التحلیل وفقاً لما یحتویة على أساليب التحلیل المکانی المناسبة للظاهرة المدروسة، ثم يقوم بتجهیز نموذج البیانات الرقمیة بحيث یناسب كل من الظاهرة المدروسة وأسلوب أو مقیاس التحلیل المکانی الذى سوف يستخدمه، وبمعنی آخر على الباحث أن يقوم بتجهیز البیانات المکانية التى سوف یقوم بإدخالها إلى الحاسب الآلی ثم یقوم بإدخالها وتعریفها إليه وحفظها فی ملف رسمی یناسب التحلیل الذى سوف یستخدمه، فإما أن یكون نموذج البیانات الاتجاهية

Vector، أو يكون نموذج البيانات النقطية Raster. والنموذج الأول هو ما سوف نتناوله بالدراسة في هذا الفصل.

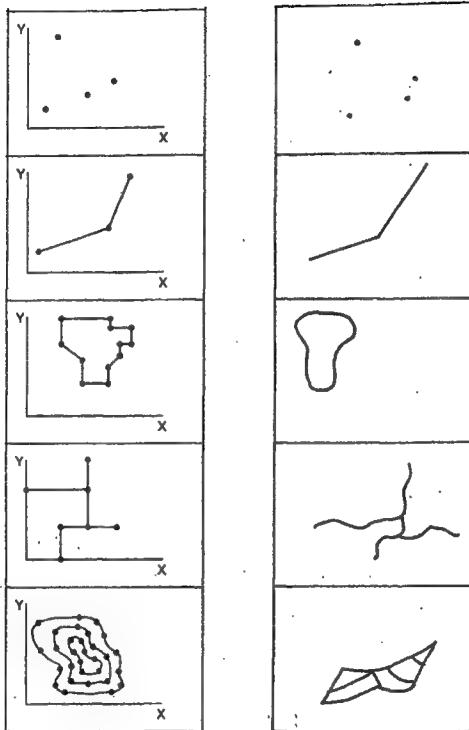
### نموذج البيانات الاتجاهية Vector Data Model

وهو نموذج يعرف سطح الأرض الحقيقي بما عليه من ظاهرات إلى الحاسب الآلى باستخدام الاحداثيات الأفقية (من) والرأسية (ص)، فالظواهر الموضعية التى تظهر على هيئة نقطة يتم تعريفها بزوج واحد من الاحداثيات (س، ص)، أما الظواهر الخطية فىتم تعريفها باستخدام زوج من الاحداثيات للنقطة بداية للخط (س<sub>1</sub>، ص<sub>1</sub>)، وزوج ثان من الاحداثيات للنقطة نهاية الخط (س<sub>٢</sub>، ص<sub>٢</sub>)، وأما الظواهر المساحية فىتم تعريفها من خلال سلسلة متصلة من النقاط تبدأ من نقطة معلومة وتنتهى إليها (س<sub>١</sub>، ص<sub>١</sub>، س<sub>٢</sub>، ص<sub>٢</sub>، س<sub>٣</sub>، ص<sub>٣</sub> ... س<sub>ن</sub>، ص<sub>ن</sub>) شكل رقم (٣). وتباين دقة تعريف الظواهر الخطية والمساحية تبعاً لتباين عدد النقاط التى تمثل حدود الظاهرة، فكلما زاد عدد النقاط كلما زادت دقة التعريف وتمثلت الظاهرة على شاشة الحاسب الآلى أكثر مطابقة لما هى عليه على سطح الأرض الحقيقي - شكل رقم (٤).

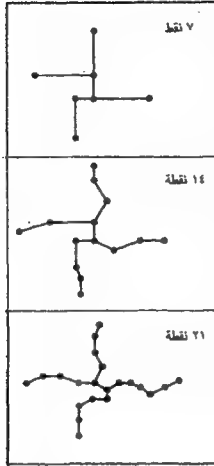
### بناء نموذج البيانات الاتجاهية Vector :

تميز البيانات الاتجاهية المعتمدة على توقيع النقاط بواسطة احداثياتها الأفقية والرأسية من نقطة أصل تقع عند الركن الجنوبي الغربى لشبكة احداثيات سينية، وصادية تمثل سطح الأرض الحقيقي، ويتم تحديد موقع كل نقطة تبعاً للبعد الأفقى (السينى) من نقطة الأصل (صفر، صفر) والبعد الرأسى (الصادى) من نقطة الأصل نفسها. وتوفر هذه الطريقة دقة عالية فى تحديد الظواهر الحقيقية على ملف الحاسب الآلى الذى يظهر على شاشة العرض .

ويوفر نظام الاحداثيات المستخدم فى تعريف الظواهر بالنظام الاتجاهى Vector تحديداً أدق للعناصر الرسومية النقطية، الخطية، والمساحية مهما اختلفت أبعادها وأحجامها وتداخلها، وإمكانية أسرع وأكثر وضوحاً فى قياس العلاقات المكانية بين هذه العناصر الرسومية المتجاورة، واستخراج القياسات الجيومترية لها، وذلك سواء كانت العناصر الرسومية منفصلة، أو متصلة (شبكة خطوط النقل، المجارى المائية - على سبيل المثال) أو متداخلة (مساحة بحيرة داخل مساحة غابات - على سبيل المثال).



شكل رقم (٢) تمثيل الظاهرات باستخدام نموذج البيانات الاتجاهية Vector



شكل رقم (٤) تباين دقة الخطوط المعرفة بنموذج البيانات الإتجاهية Vector  
ويتم بناء نظام البيانات الإتجاهي Vector على هيئة ملف يتكون من  
احداثيات (م، ص) لكل نقطة تمثل الظاهرة شكل رقم (٥) ، وتعتمد كمية  
البيانات التي يتم تخزينها بالملف على عدد النقاط أو عدد الاحداثيات السديية  
والصادية التي يتم تخزينها لتعريف الظاهرة. فبالنسبة للظواهر التي تبدو على  
هيئة أشكال هندسية منتظمة (الخط المستقيم، المثلث، المربع، الشكل الخماسي،  
المعين، المستطيل، ... وغيرها) فإن إدخالها يكون أسهل ويشغل مساحة أقل في  
الذاكرة لأن تعريفه يعتمد على إدخال النقاط المحددة لأركان الشكل الهندسي فقط،  
أما للظواهر التي تبدو على هيئة أشكال غير منتظمة تحدها خطوط متعرجة فإن  
دقة ادخالها تعتمد على عدد النقاط التي يتم اختيارها لتعريفها وهي تحتاج - بلا  
شك - إلى عدد أكبر من النقاط التي سوف تتزايد كلما كان الهدف تعريفها بشكل  
أكثر مطابقة لما هي عليه في الحقيقة .



ملف نقاط		
ID	X	Y
1	0	0
2	0	10
3	0	20
4	10	20
.	.	.
.	.	.
.	.	.
9	10	10

ملف مساحات	
ID	Points
سكنى	1, 2, 3, 4, 9, 8,
زراعى	4, 5, 6, 9
صناعى	6, 7, 8, 9

### شكل رقم (5) بناء ملف الإحداثيات السينية والصادية فى نظام البيانات الإتجاهى Vector

كذلك يعتمد عدد النقاط للمعرفة فى نظام البيانات الإتجاهى Vector على مدى التداخل والرباط بين الظاهرات، فكلما كانت متداخلة ومتراصة أكثر كلما تزايد عدد النقاط (الإحداثيات س ، ص) التى تحتزن بملف البيانات ، فيؤدى التداخل بين الظاهرات إلى تعريف نقاط أكثر لدخل المساحة الواحدة، ويؤدى الترابط والتجاور بين الظاهرات ووجود حدود مشتركة بينهم إلى إعادة تخزين نقاط ثم تخزينها عدد تعريف الحد المشترك بين الظاهرة الثانية والظاهرة الأولى ، ويؤدى هذا التكرار إلى إدخال إحداثيات نقاط الحد المشترك بين الظاهرتين مرة أخرى ، مما يؤدى إلى زيادة حجم البيانات فى الملف، فعلى سبيل المثال عند تعريف الخريطة السياسية لقارة أفريقيا سيكون هناك ازدواج كبير جداً فى إدخال النقاط المعرفة بالإحداثيات الخاصة بالحدود السياسية المشتركة بين الدول ، فعند تعريف الحد السياسى الجنوبي لجمهورية مصر العربية سيتم إدخال مجموعة

النقاط التي تمثله عند تعريف حدود الدولة المصرية، وسوف يتم إدخال مجموعة النقاط التي تمثله مرة أخرى عند تعريف الحدود الشمالية للدولة السودانية . وهكذا فإن هذا التكرار يؤدي إلى تضخم حجم البيانات الاتجاهية Vector المخزنة في الملف . وهذا في حد ذاته أحد سلبيات هذا النظام .

وتتباين أنواع الملفات للبيانات الاتجاهية Vector المستعملة في تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية تبعاً لمدى توافقها مع نظم التشغيل والبرامج المستخدمة ، ويوضح الجدول التالي رقم (٧) خصائص أكثر تلك الملفات شيوعاً في نظم المعلومات الجغرافية.

#### جدول رقم (٧) أنواع وخصائص الملفات المستخدمة

هي تخزين البيانات الاتجاهية Vector في نظم المعلومات الجغرافية (١)

اسم الملف	وصف الملف
DXF (Data Exchange Format)	وهو أحد الملفات التي يتم تشكيلها بواسطة البرنامج الرسمي الهندسي Auto CAD .
IGDS (Intergraph Design System)	وهو أحد الملفات التي يتم تشكيلها بشكل واسع في برمجيات تصميم الخرائط .
ArcInfo Coverage	وهو أحد ملفات برنامج أرك أنفو لتخزين البيانات الاتجاهية Vector .
Arc Info EOO	أحد ملفات برنامج أرك أنفو .
Shapefiles	أحد ملفات برنامج أرك أنفو .
CGM (Computer Organization Metafile)	وهو أحد ملفات المنظمة العالمية للمعايير International Organization of Standards المستخدم في التصميمات الرسومية بالحواسبات الشخصية .

- 1- Yeang, A. K. W., Concepts and Techniques of Geographic Information Systems, New Delhi, 2005, p. 87.



## أنواع البيانات الإتجاهية Vector :

تتوافق أنظمة البيانات الإتجاهية مع بعض الظواهر الموزعة على سطح الأرض، ونتيجة لإرتفاع دقتها فى التعريف والتحليل المكاني فكتثير من مستخدمي نظم المعلومات الجغرافية يفضلون العمل بهذا النظام ، وتوافر البيانات المتاحة على الإنترنت وفي الهيئات والشركات التي تعمل فى مجال نظم المعلومات الجغرافية على ملفات بيانات إتجاهية Vector ، ونستعرض فيما يلى أهم تلك البيانات .

### ١- بيانات المورثيات الفضائية :

على الرغم من أن أساس الاستشعار الفضائي الرقعى لسطح الأرض يعتمد على نظام البيانات النقطية Raster إلا أن العديد من مستخدمي نظم المعلومات الجغرافية يقومون بتحويل تلك البيانات النقطية Raster للمورثيات الفضائية إلى ملفات بيانات إتجاهية Vector وبخاصة عند دراستهم لظواهر شبكات الطرق، المجارى المائية، واستخدام الأرض ، وتعرية التربة - على سبيل المثال لا الحصر .

### ٢- بيانات نظام تحديد المواقع العالمية GPS :

يعتمد نظام GPS فى تحديد المواقع على سطح الأرض على تعريف الإحداثيات الجغرافية للموقع ، ويتم تحديد المسافات والمساحات اعتماداً على إحداثيات النقاط المحددة لها ، وهو بذلك يتوافق فى أساسه مع أساس نظام البيانات الإتجاهية Vector الذى يعتمد فى تحديد الظواهر على إحداثيات النقاط المحددة لها .

### ٣- بيانات المساحة الأرضية :

تهدف أعمال المساحة الأرضية إلى تحديد نقاط الربط بين الخطوط وحدود المضلعات وحساب مناسيبها وأبعادها الجيومترية ، وتكون المحصلة النهائية مخزنة على ملفات تحتوى على الاحداثيات الجغرافية للنقاط التى تم مسحها، أو الكيلومترية، أو الأفقية (السينية) والرأسية (الصادية) وهذا يتوافق مع أساس نظام البيانات الإتجاهية Vector .

#### ٤- ملفات جداول إلكترونية تتكون من احد ايات سينية وصادية :

يمكن بناء هذه الملفات بواسطة برامج Excel ، Access واستخدامها في صناعة بيانات مكانية رقمية بنظام إتجاهى وبخاصة ما يستخدم منها فى توقيع محطات الأرصاد الجوية، مواقع البراكين، محاور الشقوق والفوالق والزلازل على سبيل المثال لا الحصر .

#### تحليل البيانات الاتجاهية:

تعتمد دقة تحليل البيانات المكانية على دقة التعبير عنها بنموذج البيانات الاتجاهية Vector، الذى يعتمد بشكل أساسى على الخصائص الجيومترية للنقطة والخط والمساحة، وكلما كانت نسبة التعميم فى هذه الخصائص أقل ما يمكن كلما زادت دقة التحليل المكانى ونتائجه . ويشمل التحليل المكانى لنموذج البيانات الاتجاهية Vector مجموعة من الأساليب المتوافقة معه مثل تحليل الحرم، تطابق الخرائط، قياس المسافات بين النقاط، وبين النقاط والخطوط، وعمليات معالجة الخرائط وهو ما سوف نستعرضه فيما يلى:

#### أولاً، إنتاج الحرم Buffering Generation،

سبق القول بأن الحرم هو نطاق مباحى يتم تصميمه وفقاً لشرط معين أو مجموعة شروط مكانية محددة لا يمكن تجاوزها، ويعتمد تحديد الحرم على القياسات الجيومترية Geometric Data، فعلى سبيل المثال يمكن تحديد نطاق حول كل مدرسة يحرم فيه البناء بشرط ألا تبعد حدوده عن المدرسة بمسافة محددة فيتم تحديد نطاقات دائرية حول كل مدرسة تحقق هذا الشرط، كما يمكن تحديد نطاق المبانى السكنية بشرط أن يبعد عن ضفة النهر بمسافة معينة، وأن يبعد عن الطريق الرئيسى بمسافة معينة، فيتم تحديد نطاقات طولية تفصل المبانى عن ضفة النهر والطرق الرئيسية وتحقق هذين الشرطين . أو كأن يحدد نطاق يحيط بالمناطق العسكرية، أو حقول الألغام، أو المنشآت النووية يحظر فيه الاقتراب أو السير أو البناء .

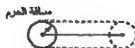
ويعتمد انتاج الحرم على خريطة بيانات مكانية (طبقة معلوماتية) محدد عليها الظاهرات المطلوب انشاء الحرم حولها، سواء كانت ظاهرات نقطية أو ظاهرات خطية، أو ظاهرات مساحية، وسوف تكون هي طبقة المعلومات المدخلة Input Layer، وعدد وضع الشروط وتنفيذ عملية التحليل ستظهر طبقة معلوماتية جديدة مخرجة Output Layer موقع عليها الأحرام التي تم إنشاؤها بالشروط المطلوبة، وسوف تمثل الظاهرة النقطية على هيئة مركز محاط بنطاقات حرم دائرية، وتمثل الظاهرة الخطية على هيئة نطاقات مساحية Polygon طولية تحيط بالخط وتوازيه، وتمثل الظاهرة المساحية على هيئة نطاقات مساحية تحيط بالمساحة ومحددة بخطوط توازي الحدود الأصلية للمساحة المطلوب عمل حرم لها. وتسمى المساحة المحصورة بين الظاهرة (النقطة، الخط، المساحة) والحدود النهائية بنطاق الحرم Buffer Zone - شكل رقم (٦).

ويتحكم الباحث في نطاق الحرم تبعاً للمسافة المحددة للحرم أو المساحة التي يغطيها، فيمكن أن تحتوي الخريطة الواحدة على أحرام متباينة المسافة والمساحة على طبقة معلوماتية واحدة، فعلى سبيل المثال يمكن انشاء أحرام متباينة حول المجارى المائية تبعاً لتباين استغلال الأرض حولها شكل رقم (٧).

كما يمكن انشاء نطاقات حرم حول الظاهرات النقطية عبارة عن حلقات دائرية متتابة تتباعد عن الظاهرة (مركز الحرم) بمسافات متضاعفة أو متزايدة بمعدلات مختلفة، فعلى سبيل المثال يمكن تحديد نطاقات خدمة زمنية لمراكز اطفاء الحريق على شكل حلقات تبعد عن مركز الاطفاء مسافات زمنية متتابة تمثل ٣ دقائق، ٦ دقائق، ٩ دقائق، فتظهر مراكز اطفاء الحريق محاطة بثلاثة أحرام حلقية تعبر كل منها على نطاق الخدمة



النقطة



الخط



المساحة

شكل رقم (٦)؛ طريقة تمديد الحرم حول البيانات  
المكانية (النقطة - الخط - المساحة)



شكل رقم (٧): تباين نطاقات الحرم حول المجاري المائية

الذى يمكن أن تصل إليه سيارة الاطفاء بعد ثلاث أو ست أو تسع دقائق على التريبب<sup>(١)</sup>. شكل رقم (٨).

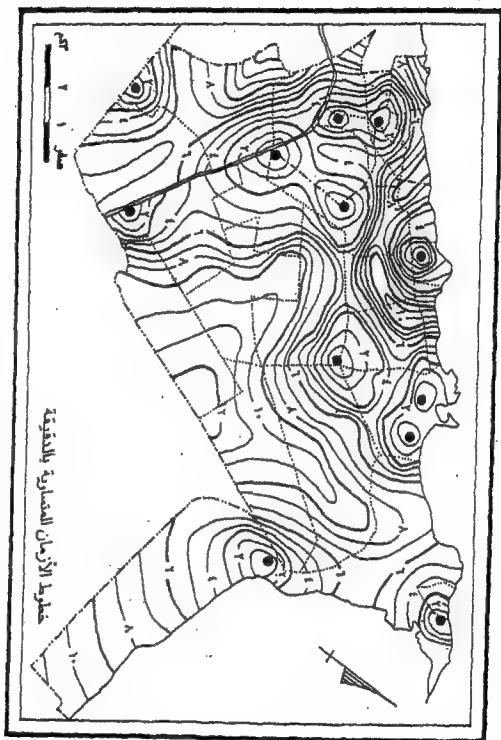
وعلى سبيل المثال أيضاً يمكن انشاء أحرام حلقيه حول المفاعلات النووية على مسافات متباعدة وبمساحات متزايدة تشير إلى تدرج نطاقات خطورة انتشار الاشعاع النووى التى تقل بالبعد عن المفاعل النووى، وتكون المسافات بين نطاقات الأحرام متساوية، ولكن تختلف مساحة كل حرم فمساحة نطاق الحرم الثانى ستبلغ أربعة أمثال مساحة نطاق الحرم الأول، ومساحة النطاق الثالث ستبلغ تسعة أمثال مساحة نطاق الحرم الأول، وهكذا.

ويمكن فى حالة انشاء الحرم حول الظاهرة الخطية أن يكون نطاق الحرم موزعاً على جانبى الخط، كأن ننشئ حرم حول ضفتى النهر، أو أن يكون نطاق الحرم على جانب واحد من الخط، الجانب الأيمن أو الجانب الأيسر، كأن ننشئ حرم بجوار الضفة اليمنى من النهر.

وغالباً ما تتقاطع نطاقات الأحرام وفى هذه الحالة تتلاشى حدود التقاطع وتظهر الأحرام على شكل نطاق واحد خالياً من الحدود المتقاطعة - شكل رقم (٩)، أو على هيئة نطاقات أحرام متتالية فى حالة انشاء أحرام حلقيه متتالية حول الظاهرة النقطية - شكل رقم (١٠).

---

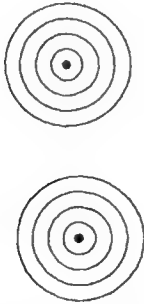
(١) محمد ابراهيم شرف، التحليل المكاني لتوزيع خدمة اطفاء الحريق فى شرقى الإسكندرية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية، مجلة بحوث كلية الآداب - جامعة المنوفية - العدد ٤٨ - يناير ٢٠٠٢، ص ١٤٢.



شكل رقم (د): تضاريس أحرام زينية منتشرة في تقطيع بمرآكز  
 اعطاء العريش يحيى المنتشرة شرقي الاسكندرية



شكل رقم (٩)، نطاقات الأحرام المتقاطعة وغير المتقاطعة



شكل رقم (١٠)، الأحرام الحلقية حول الظاهرة النقطية



ويتحكم الباحث عند استخدامه برمجيات نظم المعلومات الجغرافية في وحدات القياس المستخدمة في حساب المسافات في تحديد نطاق الحرم، ومن الأفضل أن تستخدم وحدات القياس ذاتها المستخدمة في القياس على نموذج البيانات الاتجاهية لكي يسهل متابعة وتفسير خريطة نطاقات الحرم ومناظرة الأبعاد عليها.

### تطبيقات علي إنتاج الحرم Applications of Buffering:

ينتج عن عملية تحليل الحرم خريطة جديدة تحتوي على الظاهرة محل الدراسة، ونطاق الحرم المحيط بها، وتسهل هذه الخريطة المخرجة على الباحث عمليات البحث والاستكشاف أو عن نوع الظواهر أو الاستخدامات الموزعة داخل نطاق الحرم، فعلى سبيل المثال يمكن الاستفسار عن عدد المدارس ونوعها الذي يقع داخل نطاق حرم يبعد ٢٠٠ متر عن الطرق الرئيسية. ولهذا تعد الوظيفة الأولى لخريطة الحرم هي الاستفسار عن وجود وتوزيع ونوع الظواهر داخل نطاق الحرم، كما تتعدد الفوائد التي يمكن أن تعود على البحث الجغرافي من خلال تحليل الحرم، وهي موزعة على مجالات متعددة وتحقق أهداف كثيرة، وفيما يلي عرضاً لأهم استخدامات تحليل الحرم.

١- عند تحريم توزيع ظاهرة معينة في نطاق محدد (الحرم)، فعلى سبيل المثال عند تحريم بناء ورش في النطاقات السكنية فسيكون نطاق الحرم هو النطاقات السكنية في المدينة المحظور بناء الورش داخلها، أو عند تحريم بناء مخازن داخل مسافة تبعد بحد أقصى ٥٠٠ متراً من بيوت العبادة، فسيكون نطاق الحرم دوائر تحيط بدور العبادة يبلغ نصف قطرها ٥٠٠ متراً وهي المناطق المحظور بناء مخازن بداخلها، أو عند تحريم البناء داخل نطاق يبعد بحد أقصى ١٠٠ متر عن الطريق الرئيسي، فسيكون نطاق الحرم نطاق طولي تبعد حدوده الخارجية بمسافة ١٠٠ متر عن الطريق الرئيسي ويمثل النطاق المحظور البناء فيه.

٢- عند عمل نطاقات أمنة من أخطار معينة، فعلى سبيل المثال عند تصديق نطاقات أمنة من خطر الفيضان النهري، فسيكون نطاق الحرم نطاق طولى يحيط بالنهر وتبعد حدوده الخارجية عن النهر بمسافة أمنة محددة. أو عند تصديق نطاقات أمنة من خطر الانزلاق الأرضى Land Slides حول المنحدرات الجبلية، فسيكون نطاق الحرم نطاق طولى يوازي المنحدر ويقع أسفله وتبعد حدوده الخارجية عن المنحدر بمسافة أمنة محددة. أو عند تحديد نطاقات أمنة من الضوضاء على الطرق، فسيكون نطاق الحرم نطاق طولى يوازي ويحيط بالطرق التى يزداد فيها شدة الصوت إلى أكثر من ٦٠ ديسى بل (الحد الآمن) بمسافة أمنة محددة ويحظر البناء بداخله. أو عند تحديد نطاقات أمنة تحيط بخطوط أنابيب الغاز أو البترول أو السوائل الكاوية، فسيكون نطاق الحرم نطاق طولى يوازي ويحيط بخط الأنابيب بمسافة أمنة محددة ويحظر السير أو الاقتراب منه. أو عند تحديد نطاقات حلقية أمنة من انتشار الاشعاع النووى حول المفاعلات النووية، فسيكون نطاق الحرم دوائر مركزها المفاعل النووى وتباعد بمسافات متتالية على هيئة حلقات مساحة كل منها يمثل نطاق أمنى تتحدد مستوياته بالبعد عن المفاعل النووى.

٣- عند تحديد نطاقات منزوعة السلاح، أو محايدة، أو مراقبة من قبل قوات دولية، بهدف حل النزاعات والخلافات الدولية والعسكرية، وخير مثال على ذلك اللطاق المحايد بين كوريا الشمالية وكوريا الجنوبية على طول دائرة عرض ٣٨° ش.

٤- عند تحديد نطاقات توزيع الخدمات، وخدمات التوصيل، فعلى سبيل المثال عند تحديد نطاقات خدمة مراكز الطوارئ والانقاذ مثل مراكز

الإسعاف، وإطفاء الحريق، والدفاع المدني، وإنقاذ الحوادث على الطرق، والإنقاذ البحري، والذهري، والبحث عن المفقودين وغيرها، فسيكون نطاق الحرم يحيط بالمركز وعلى مسافة (طولية أو زمنية) محددة، ويحيط تقطع نطاقات أحرام المراكز النطاق الأرضي المستخدم. وكذلك عند تحديد نطاقات مراكز خدمات التوسيل التي زاد انتشارها في الأونة الأخيرة وتخدم قطاعات غذائية، واستهلاكية، وسياحية، ومالية وغيرها، فسيكون نطاق الحرم محيطاً بالمركز وعلى مسافة (طولية أو زمنية) محددة، ويحيط يغطي المساحة الأرضية المستخدمة.

- ٥- عدد تحديد نطاقات نفوذ المدينة أو القرية أو المحلة العمرانية تبعاً لما تقدمه من خدمات للمدن أو القرى أو المحلات العمرانية المجاورة، فسيكون نطاق الحرم ممتداً ومحيطاً باتجاه الحركة والاتصال بين المدينة والمدن المجاورة التي تخدمها، ويمكن أن يكون على شكل نطاقات متتابعة كل منها يعبر عن مستوى نفوذ المدينة بالنسبة للمدن الأخرى.
- ٦- عدد تحديد حرم الطرق الحديثة، والمطارات، والطرق البرية السريعة.

#### ثانياً: تحليل تطابق الخرائط Maps Overlay:

تعد عملية تطابق الخرائط واحدة من عمليات المقارنة الخرائطية Map Comparison التي يستفاد منها في دراسة العلاقات المكانية بين الظواهر، ويعني تطابق الخرائط وضع طبقات معلوماتية شفافة لظواهر مختلفة فوق بعضها فتتداخل الظواهر وتتقاطع في مظهر يستخدم لمقارنة توزيعها المكاني من حيث تداخلها أو تقاطعها، ومقارنة تغيرها في حالة استخدام طبقات معلوماتية لظاهرة واحدة عبر فترات زمنية مختلفة، مما يسهل فهم العوامل المؤثرة في التوزيع، ومدى تبعية الظاهرة لظواهر أخرى، أو مدى استقلاليتها عنها، ومدى تطور توزيع الظاهرة عبر الزمن.

ويمكن إجراء التتطابق بين خريطين أو أكثر، وعلى الباحث أن يحدد الخريطة المدخلة Input Map، ثم الخريطة أو الخرائط المنطبعة عليها Overlay Map(s)، وسوف ينتج عن عملية التتطابق خريطة جديدة Output Map تجمع القياس الجيومترى والوصفى لظواهرات الخريطة المدخلة والخريطة أو الخرائط المنطبعة، ولهذا السبب فإن عدد الظواهرات الجديدة بالخريطة المخرجة لا يساوى مجموع الظواهرات بالخريطين المدخلة والمنطبعة، أو بالخريطة المدخلة والخرائط المنطبعة ولكن سيكون أكثر من ذلك، وسوف يكون للخريطة المخرجة جدول بيانات وصفية يمثل اتحاد البيانات الوصفية بين الخريطة المدخلة والخريطة أو الخرائط المنطبعة عليها.

ومن أهم الشروط التى يجب مراعاتها عند تحليل تطابق الخرائط أن تكون جميع الخرائط التى سوف يشملها التحليل مصممة بنظام إحداثيات واحد، وفى حالة استخدام نظام مركبوتور المستعرض (UTM) يجب أن تكون الخرائط واقعة فى نطاق طولى واحد، وأن يكون نموذج الأرض المستخدم Datum واحد فى جميع الخرائط.

وفى حالة تحليل التتطابق لأكثر من خريطين (خريطة مدخلة، ثلاثة خرائط منطبعة على سبيل المثال)، فإن التحليل سوف يبدأ باستخدام الخريطة المدخلة والخريطة المنطبعة الأولى، ويتم استخراج خريطة جديدة كمحصلة جديدة لعملية التتطابق، ثم يتم استخدام هذه الخريطة المخرجة مع الخريطة المنطبعة الثانية فى عمل تطابق جديد فتننتج خريطة جديدة يتم استخدامها مع الخريطة المنطبعة الثالثة فى عمل تطابق جديد فتظهر الخريطة النهائية تحمل عدد كبير من الظواهرات يحمل توصيف ناتج بفعل اتحاد جميع البيانات الوصفية فى الخرائط الأربعة.

نوع الظاهرة وتطابق الخرائط:

يتم عمل تحليل التتطابق على جميع الظواهر المكانية (النقطة، الخط،

المساحة) وبشرط أن تحتوي الخريطة المدخلة على واحدة من تلك الأنواع، وأن تحتوي الخريطة المنطبعة على ظاهرات مساحية فقط. وعلى هذا الأساس يمكن عمل تحليل التوافق بين خريطة مدخلة لظاهرات نقطية مع خريطة منطبعة لظاهرات مساحية، Point-in-Polygon، وبين خريطة مدخلة لظاهرات خطية مع خريطة منطبعة لظاهرات مساحية، Line-in-Polygon، وبين خريطة مدخلة لظاهرات مساحية مع خريطة منطبعة لظاهرات مساحية Polygon-in-Polygon<sup>(1)</sup>.

#### ١- تطابق ظاهرة نقطية مع ظاهرة مساحية Point-in-Polygon،

في هذه الحالة تتولى الخريطة المدخلة على الظواهر النقطية، والخريطة المنطبعة على الظواهر المساحية، ويكون الهدف من إجراء التوافق هو تحديد أى ظاهرة نقطية تقع داخل أى ظاهرة مساحية، وتظهر الخريطة المخرجة بظاهرات جديدة تحمل صفات الخريطين - شكل رقم (١١).

فعلى سبيل المثال عند عمل التوافق لخريطة توزيع محطات الأرصاد الجوية (طبقة نقطية) كخريطة مدخلة Input Map، مع خريطة استخدام الأرض (طبقة مساحية) كخريطة منطبعة Overlay Map، فإن ناتج عملية التوافق خريطة توزيع محطات الأرصاد الجوية في نطاقات استخدام الأرض، وستحدد البيانات الوصفية للخريطة المخرجة أى المحطات الموزعة داخل كل استخدام. ويمكن توزيع خصائص العناصر المناخية على محطات الأرصاد الجوية مثل درجة حرارة الهواء فتنتج خريطة توزيع درجات الحرارة على استخدامات الأرض المختلفة، ويمكن تفسيرها وتفسير العلاقات الارتباطية بينهما لمعرفة أثر توزيع صور استخدام الأرض في التغير المكانى لدرجات الحرارة، ويستخدم هذا للتحليل في تفسير التركيب الحرارى للمدينة وعلاقته بتوزيع صور استخدام الأرض، وتحديد الجزر الحرارية Heat Islands بالمدينة وعلاقتها باستخدام الأرض. شكل رقم (١٢).

---

(1) Heywood, I., op. Cit., p. 117.

# أ- التتطبيق الجيومترى

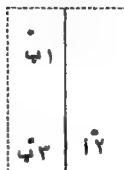
الخريطة المخجلة



الخريطة المنظمة



الخريطة المخرجة



# ب- التتطبيق الوصفى

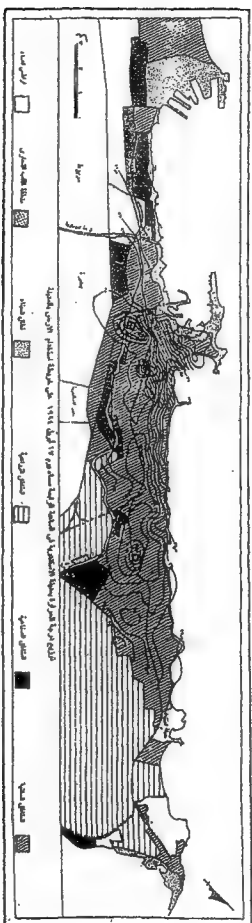
Point ID
١
٢
٣

Polygon ID
ا
ب

Point ID after overlay map
١٠١
١٠٢
١٠٣

شكل رقم (١١)، تتطابق خريطة ظواهر نقطية مع خريطة ظواهر مساحية

Point - in - Polygon



شكل رقم (١٧): توزيع التغير الجغرافي وعلاقاته بمتوسط استخدام الأرض  
في مدينة الإسكندرية يوم ١٤ أبريل ١٩٩٦

وبالمثل يمكن رسم جميع الخرائط المناخية وربطها بظواهر مساحية مثل كثافة السكان، كثافة المباني، الغطاء النباتي، توزيع اليابس والماء - على سبيل المثال لا الحصر.

وفى مثال آخر يمكن تحليل التوافق بين خريطة توزيع مراكز اطفاء الحريق (طبقة نقطية) كخريطة مدخلة مع خريطة توزيع كثافة المباني (طبقة مساحية) كخريطة منطبعة، فتكون المحصلة انتاج خريطة توزيع مراكز اطفاء الحريق داخل نطاقات كثافة المباني لتحديد مستوى خدمة كل منها، وتحديد حجم الأجهزة والسيارات والأفراد المناسب لنمط الكثافة فى المساحة المخدومة. شكل رقم (١٣).

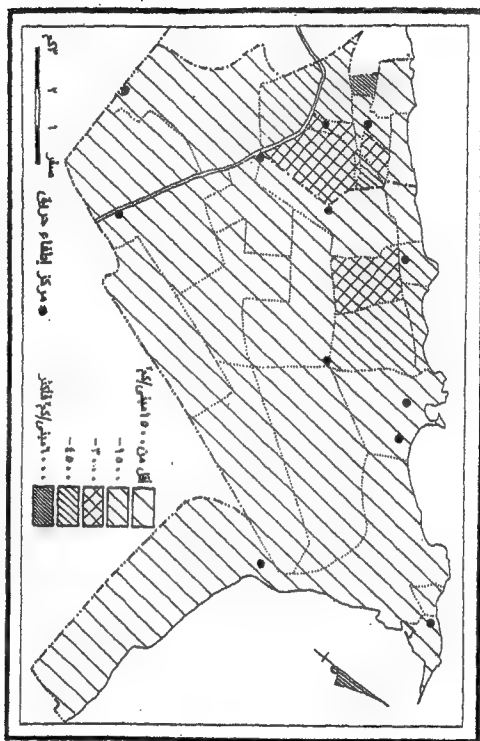
## ٢- تطابق ظاهرة خطية مع ظاهرة مساحية Line-In-Polygon.

فى هذه الحالة تحتوى الخريطة المدخلة على الظواهر الخطية، والخريطة المنطبعة على الظواهر المساحية، ويكون الهدف من اجراء التوافق هو تحديد أى ظاهرة خطية تقع داخل أى ظاهرة مساحية، وتظهر الخريطة المخرجة يظواهرات جديدة تحمل صفات الخريطيتين، ويزيد عددها عن عدد ظواهرات الخريطة المدخلة - شكل رقم (١٤).

فعلى سبيل المثال عدد عمل التوافق بين خريطة الطرق (طبقة خطية) كخريطة مدخلة، مع خريطة استخدام الأرض (طبقة مساحية) كخريطة منطبعة، فأن نتائج عملية التوافق خريطة توزيع الطرق داخل نطاقات استخدام الأرض وستوضح البيانات الوصفية للخريطة المخرجة أى الطرق يخدم النطاق السكنى، وأى الطرق يخدم النطاق الصناعى، وهكذا بالنسبة لباقى نطاقات استخدام الأرض، وفى ضوء ذلك يمكن تحديد كفاءة الطرق وعلاقتها بصور استخدام الأرض.

أو عند التخطيط لتصميم شبكة من طرق السكك الحديدية فى نطاقات تربة مختلفة، فستكون خريطة الطرق المقترحة (طبقة خطية) كخريطة،





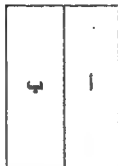
شكل رقم (١٣) توزيع مراكز إطفاء الحريق على نطاقات كثافة المباني بحري  
المنطقة شرقي الاسكندرية عام ٢٠٠٠

### أ- التطابق الجيومترى

الخريطة المخططة



الخريطة المنطوقة



الخريطة المخرجة



### ب- التطابق الوصفى

Line ID
١
٢
٣

Polygon ID
ا
ب

Line ID after overlay map
١ ب
١ ا
٢ ب
٣ ا

شكل رقم (١٤): تطابق خريطة ظواهر خطية مع خريطة ظواهر مساحية

### Line-In-Polygon

مدخلة، وخريطة أنواع التربة (طبقة مساحية) كخريطة منطبعة، وتمثل الخريطة المخرجة توزيع المسارات المقترحة للشبكة الحديدية في نطاقات التربة ويمكن عن طريقها تحديد أنواع التربة التي يمر بها كل مسار، ويستفاد من ذلك في إعداد الإنشاءات الهندسية للمسارات المقترحة بما يناسب نوع كل تربة.

## ٢- تطابق ظاهرة مساحية مع ظاهرة مساحية Polygon-In-Polygon،

وهي أكثر عمليات التطابق شيوعاً، وفي هذه الحالة تحتوي الخريطة المدخلة على ظواهر مساحية، والخريطة المنطبعة على ظواهر مساحية أيضاً، ويكون الهدف من عمل التطابق تحديد المساحات التي تتوزع فيها جميع ظواهر الخريطتين، أو المساحات التي تتقاطع فيها ظاهرات الخريطتين، أو المساحات التي تتقاطع فيها ظاهرات الخريطة المدخلة مع ظاهرات الخريطة المنطبعة - شكل رقم (١٥).

فعلى سبيل المثال عند عمل التطابق بين خريطة توزيع المساحات المحصولية (طبقة مساحية) كخريطة مدخلة، مع خريطة توزيع نطاقات خصائص التربة الزراعية (طبقة مساحية) كخريطة منطبعة، فإن ناتج عملية التطابق توزيع أنواع المحاصيل المزروعة على نطاقات خصائص التربة الجيدة والمتوسطة والضعيفة، ويمكن التعرف من خلال ذلك على أنواع المحاصيل المزروعة في تربة جيدة، وأنواع المحاصيل المزروعة في تربة متوسطة الجودة، وأنواع المحاصيل المزروعة في تربة ضعيفة، ويستفاد من ذلك في عمليات التسميد، وتوقع الانتاجية الزراعية.

وفي مثال آخر عند اجراء التطابق بين خريطة الاقاليم المناخية (طبقة مساحية) كخريطة مدخلة، وخريطة النبات الطبيعي (طبقة مساحية) كخريطة منطبعة، يكون ناتج عملية التطابق خريطة توزيع النبات الطبيعي داخل كل اقليم مناخي، ويستفاد من ذلك في الربط ببيئ الظروف المناخية وتوزيع النبات الطبيعي على سطح الارض، وهو ما يشكل البيانات الأساسية لاستغلال الموارد وصيانتها بتلك الأقاليم.

# أ- التغطية الجيومترية

الخريطة المغطاة

١
٢

الخريطة المنطبقة

ب	أ
---	---

الخريطة المفرجة

ب ٢	أ ١
ب ٢	أ ١

## ب- للتطبيق الواسع

Polygon ID
١
٢

Polygon ID
أ
ب

Polygon ID after overlay map
ب ١
ب ١
أ ٢
أ ٢

شكل رقم (١٥): تطابق خريطة ظواهر مساحية مع خريطة ظواهر مساحية

Polygon-In-Polygon

## طرق تطابق الخرائط:

تتباين المساحة التي تغطيها الخريطة المخرجة Out put Map تبعاً لتباين المساحة التي تغطيها كلا من الخريطة المدخلة Input Map، والخريطة المنطبقة Overlay Map، فعندما تتساوى مساحة الخريطة المدخلة مع مساحة الخريطة المنطبقة، فإن الخريطة المخرجة سيكون لها المساحة ذاتها التي تغطيها كلا منهما. أما إذا اختلفت مساحة الخريطة المدخلة عن مساحة الخريطة المنطبقة فإن الخريطة المخرجة سيكون لها مساحة مختلفة تتحدد اعتماداً على الطريقة التي سوف تتم بها عملية للتطابق.

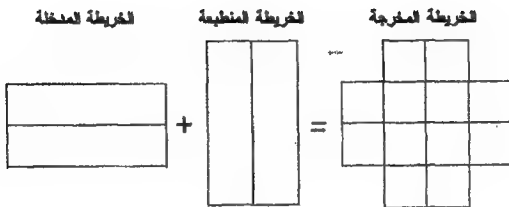
ويتم إجراء تحليل تطابق الخرائط وفقاً لثلاثة طرق أساسية يختار منها الباحث ما يناسب دراسته، ويحدد شروطها عند استخدامه لبرنامج نظم المعلومات الجغرافية الذي يعمل عليه، تسمى الطريقة الأولى التطابق بالاتحاد Union، والثانية التطابق بالتقاطع Intersect، أما الثالثة فتسمى التطابق بالتماثل Identity<sup>(١)</sup>.

### ١- تطابق الخرائط بطريقة الاتحاد Union:

تستخدم هذه الطريقة في تطابق خريطة ظواهر مساحية مع خريطة أو خرائط ظواهر مساحية أخرى بهدف عمل التطابق بين جميع ظواهر الخريطة المدخلة مع جميع ظواهر الخريطة المنطبقة، وتكون النتيجة أن تظهر الخريطة المخرجة تجمع بين جميع الظواهر في الخريطين، وفي حالة ما إذا كانت المساحة التي تغطيها الخريطة المدخلة تختلف عن المساحة التي تغطيها الخريطة المنطبقة فإن المساحة التي تغطيها الخريطة المخرجة لا تمثل مساحة أي من الخريطين المدخلة أو المنطبقة ولكن تمثل أقصى امتداد للخريطين معاً - شكل رقم (١٦).

---

(1) Chang, K., op. cit., p. 211.

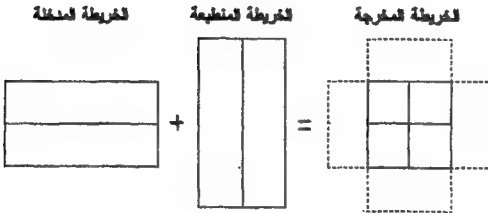


شكل رقم (٦٦): تطابق الخرائط بطريقة الاتحاد Union

فعلى سبيل المثال عدد عمل تطابق الخرائط بطريقة الاتحاد Union بين خريطتين الأولى خريطة الاستخدام الصناعي (طبقة مساحية) كخريطة مدخلة مع خريطة الاستخدام السكنى (طبقة مساحية) كخريطة منطبعة، فإن الخريطة المخرجة تشمل مساحات الاستخدام السكنى ومساحات الاستخدام الصناعي معاً، وعلى الباحث عدد استخدامه لبرنامج التحليل أن يحدد عملية التطابق بطريقة الاتحاد بواسطة كتابته للصيغة التى سوف توجه برنامج نظم المعلومات الجغرافية لأداء العملية باستخدامه حرف «أو» (OR) فيكتب صيغته لتعنى استخراج خريطة جديدة تشمل مساحات الاستخدام الصناعي «أو» (OR) مساحات الاستخدام السكنى " (Input Map) OR (Overlay Map) ، فيقوم البرنامج بعمل اتحاد بين ملف الاستخدام الصناعي وملف الاستخدام السكنى تنتج الخريطة الجديدة التى تحفظ بملف جديد يشمل جميع مساحات الاستخدام الصناعي وجميع مساحات الاستخدام السكنى.

## ٢- تطابق الخرائط بطريقة التقاطع Intersect.

تستخدم هذه الطريقة بهدف عمل التطابق بين ظاهرات الخريطة المدخلة وظاهرات الخريطة المنطبعة المتكرر وقوعهما في مواقع واحدة بالخريطين، أو بمعنى آخر في المواقع التي تتقابل فيها عناصر الخريطة المدخلة مع عناصر الخريطة المنطبعة فقط، أو المواقع التي يتواجد فيها كل من عناصر الخريطة المدخلة وعناصر الخريطة المنطبعة فقط، وفي هذه الحالة سوف تشتمل الخريطة المخرجة على العناصر المشتركة في مساحة واحدة بين الخريطين، أما المساحات التي لا يتقابل فيها العنصرين في مساحة واحدة فلا تشتمل عليها الخريطة المخرجة - شكل رقم (١٧).



شكل رقم (١٧): تطابق الخرائط بطريقة التقاطع Intersect

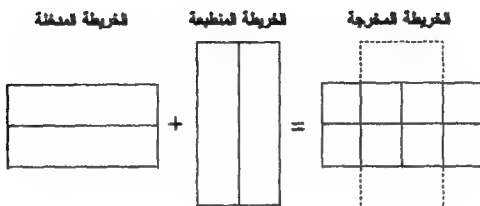
ويصلح استخدام هذه الطريقة من التطابق على جميع الظواهر الجغرافية (النقطية، الخطية، المساحية)، فعلى سبيل المثال عند عمل تطابق الخرائط بطريقة التقاطع Intersect بين خريطتين الأولى خريطة مراكز اطفاء الحريق (طبقة نقطية) كخريطة مدخلة، والثانية خريطة الاستخدام السكنى (طبقة مساحية) كخريطة منطبعة فإن ما يظهر فى الخريطة المخرجة سوف يقتصر على المساحات من الاستخدام السكنى التى يتوزع بداخلها مراكز اطفاء الحريق، أما المناطق السكنية الخالية من وجود مراكز اطفاء الحريق التى كانت موجودة بالخريطة المدخلة، ومراكز اطفاء الحريق الموزعة فى نطاقات غير سكنية التى كانت موجودة بالخريطة للمنطقة، لن تشمل عليهم الخريطة المخرجة.

ويحدد الباحث عند استخدامه لبرنامج التحليل عملية التطابق بطريقة النقاط بواسطة كتابته للصيغة التى سوف توجه البرنامج لأداء العملية باستخدامه لحرف 'و' (AND) فيكتب صيغته لتعنى استخراج خريطة جديدة تشمل مساحات الاستخدام السكنى 'و' (AND) مراكز اطفاء الحريق (Input) "Map AND (Overlay Map)"، فيقوم البرنامج بعمل التطابق بطريقة التقاطع بين ملف توزيع مراكز اطفاء الحريق، وملف الاستخدام السكنى، وتنتج الخريطة الجديدة التى تحفظ بملف جديد يشمل جميع نطاقات الاستخدام السكنى التى يقع بداخلها مراكز اطفاء حريق.

### ٢- تطابق الخرائط بطريقة التماثل Identity:

تستخدم هذه الطريقة بهدف عمل التطابق بين ظاهرات الخريطة المدخلة، وظاهرات الخريطة المنطبعة التى تقع داخل حدود الخريطة المدخلة، وفى هذه الحالة سوف تشمل الخريطة المخرجة على عناصر الخريطة المدخلة وعناصر الخريطة المنطبعة المشتركة فى المساحة التى تغطيها الخريطة المدخلة، وبالتالي فإن مساحة الخريطة المخرجة سوف تماثل مساحة الخريطة المدخلة. شكل رقم (١٨).





شكل رقم (١٨)، تطابق الخرائط بطريقة التماثل Identity

ويصلح استخدام هذه الطريقة على جميع الظواهر الجغرافية (النقطية، الخطية، المساحية) فعلى سبيل المثال عدد عمل تطابق الخرائط بطريقة التماثل Identity بين خريطة توزيع مراكز اطفاء الحريق (طبقة نقطية) كخريطة مدخلة، وخريطة توزيع الاستخدام السكنى (طبقة مساحية) كخريطة مطلوبة، فإن ما يظهر في الخريطة المخرجة هو خريطة توزيع مراكز اطفاء الحريق موزع بداخلها المناطق السكنية، أما المناطق السكنية الموجودة خارج مساحة الخريطة المدخلة (المساحة التي يتوزع بداخلها مراكز اطفاء الحريق) فلا تشمل عليها الخريطة المخرجة.

ويحدد الباحث عند استخدامه لبرنامج التحليل عملية التوافق بطريقة التماثل Identity بواسطة كتابة للصيغة التي سوف توجه البرنامج لأداء العملية باستخدامه للحرفين و، (AND)، أو، (OR) معاً، فيكتب بصيغته لتعني استخراج خريطة جديدة تشمل مساحات الاستخدام السكنى الموزعة داخل المساحة الموزع بداخلها جميع مراكز إطفاء الحريق (الخريطة المدخلة) " (Input Map) AND (Overlay Map) OR (Input Map)، فيقوم البرنامج بعمل التوافق بطريقة التماثل بين ملف توزيع مراكز إطفاء الحريق، و ملف الاستخدام السكنى، وتنتج الخريطة الجديدة التي تحفظ بملف جديد يشمل توزيع المناطق السكنية داخل المساحة الموزع بداخلها مراكز إطفاء الحريق.

#### تطبيقات تطابق الخرائط:

ينتج عن عملية تطابق الخرائط خريطة جديدة تمثل الظواهر المتطابق بخصائص وصفية جديدة تعبر عن الهدف من التطابق، وتعد عملية تطابق الخرائط من أهم أساليب التحليل المكاني في نظم المعلومات الجغرافية، ويشاع استخدامها كثيراً وبخاصة عندما تتم على أكثر من خريطتين، فهي حالة من حالات إعادة تصنيف الظواهر Reclassification، وحالة من حالات التجميع المكاني Spatial Aggregation، وحالة من حالات المقارنة الخرائطية Map Comparison، وحالة من حالات الاستفسار Query، وكلها عمليات مكانية هامة لا يستغنى عنها أى باحث.

ويعد تطابق الخرائط عملية من عمليات التحليل المكاني والزمانى لخرائط استخدام الأرض، ففي حالة تطابق خريطتان لمنطقة واحدة لتوزيع استخدام الأرض، تمثل الأولى توزيع صور استخدام الأرض في عام محدد، وتمثل الثانية توزيع صور استخدام الأرض بعد بضعة أعوام من تاريخ

الخريطة الأولى، فتكون المحصلة خريطة جديدة توضح التغير في استخدام الأرض ويمكن من خلالها التعرف على ما يلي:

١- المساحات التي لم يتغير فيها استخدام الأرض خلال الفترة الزمنية بين الخريطين.

٢- المساحات التي تغير فيها استخدام الأرض وتحول من الصورة التي كان عليها في الخريطة الأولى إلى صورة أخرى بعد الفترة الزمنية التي تفصل بين الخريطة الأولى والخريطة الثانية.

٣- المساحة التي خصمت من الاستخدام بعد أن تغيرت عنه، والتي أضيفت إلى الاستخدام بعد أن تحولت إليه.

٤- أي الاستخدامات تحول إلى أي من الاستخدامات الأخرى، وأي الاستخدامات يعد أكثر الاستخدامات التي تغيرت سواء بالخصم أو الإضافة، فعندما تتطابق خريطة توزيع المدارس مع خريطة كثافة السكان، نستطيع أن نحدد كفاءة المدارس وحجم فصولها الذي يناسب كل كثافة، وعندما تتطابق خريطة توزيع مراكز الاسعاف، مع خريطة توزيع الطرق، نستطيع أن نحدد كفاءة الانقاذ السريع على الطرق ومدى ملائمة توزيع مراكز الاسعاف مع عدد الطرق وأطوالها.

ويستفاد من تطابق الخرائط في صيانة الموارد والحفاظ على البيئة، فعندما تتطابق خريطة المراعى أو الأراضى الزراعية أو النطاقات السكنية المجاورة لمجارى الانهار، مع خريطة حرم الفيضان - أقصى نطاق يصل إليه فيضان النهر - نستطيع أن نحصى تلك المناطق من أخطار الفيضان الذى يسبب جرف التربة، وانهيار المباني، ونفوق الحيوانات. وعندما تتطابق خريطة توزيع تركيز الملوثات، مع خريطة توزيع الأمطار، نستطيع أن نحدد المناطق المتضررة من الأمطار الحمضية ومستوى التأثير بها، وعندما تتطابق

خريطة الجزر الحرارية في النطاق العمراني للمدينة مع خريطة استخدام الأرض، أو الكثافة السكانية، أو كثافة النشاط البشرى، نستطيع أن نحدد النطاقات المطلوب إعادة توزيع الأنشطة فيها، وتعديل خطة المدينة بما يقلل من ارتفاع درجة الحرارة واعتدالها.

ويستفاد من تطابق الخرائط في تحديد نطاقات القرى السياحية والمنتجعات، فعندما تتطابق خريطة السهول الساحلية مع خرائط الطرق، خرائط توزيع درجة الحرارة، اتجاهات الرياح وسرعتها، التماثل نستطيع أن نحدد أنسب النطاقات الساحلية لإنشاء القرى السياحية، وعندما تتطابق خريطة الغابات مع خرائط الطرق، ومناسب سطح الأرض، نستطيع أن نحدد أنسب المواقع الغابية لإنشاء المنتجعات السياحية بداخلها.

### ثالثاً، قياس المسافات Distance Measurement

ويقصد بها عمليات قياسات الخط المستقيم، أو المصنوع، بحيث يتم قياس المسافة بين نقطتين باستخدام قاعدة فيثاغورث المعتمدة على الاحداثيات السينية والصادية للنقطتين على النحو التالي:

$$\text{المسافة بين النقطتين أ ب} = \sqrt{(س_أ - س_ب)^2 + (ص_أ - ص_ب)^2}$$

كما تستخدم في قياس أقصر مسافة بين ظاهرتين، كأن تحسب المسافة بين موقع وأقرب موقع له، أو بين موقع وأقرب طريق له.

ويستفاد من عمليات قياس المسافات في الاستفسار عن أقصر طريق للوصول إلى موضع معين، ففي هذه الحالة يستخدم البرنامج مقياس المسافة على خريطة الطرق ويحسب البدائل المتاحة للوصول إلى الوضع المحدد من نقطة البداية للمعرفة له، وتكون النتيجة خريطة جديدة محدد عليها المسار الذى يحقق أقصر الطرق إلى الموضع المحدد.

وفى حالة ما إذا كانت خريطة الطرق تحمل خصائص الطرق من حيث الاتجاه (اتجاه واحد - اتجاهان) فإنه فى هذه الحالة يمكن تحديد أقصر طريق للذهاب من نقطة بداية معرفة إلى موضع محدد، وأقصر طريق للعودة بينهما.

#### رابعاً: معالجة الخرائط Maps Manipulation :

وهى مجموعة من العمليات التى تستخدم فى إنتاج خريطة جديدة كمحصلة لمعالجة الخريطة المدخلة Input Map بأحد أساليب تجميع أو تجزئة الظاهرات بما يتناسب مع أهداف الدراسة، ويستفاد من ذلك فى تحديد منطقة الدراسة والظواهر المدروسة فقط، وتحديد البيانات الوصفية لها، فى إطار مكانى جديد تعبر عنه الخريطة المخرجة Output Map .

وتتعدد وظائف عمليات معالجة الخرائط تبعاً للغرض من استخدامها، ويمكن حصرها فى ثمانية وظائف تقوم بتجميع أو تجزئة ظاهرات الخريطة المدخلة بواسطة استخدام ظاهرة مكانية بخريطة أخرى، وتنتج فى النهاية خريطة جديدة تحمل بيانات مكانية محددة وبيانات وصفية جديدة. وفيما يلى عرضاً لتلك العمليات<sup>(1)</sup>.

#### ١- عملية التلاشي Dissolve:

وهى عملية تهدف إلى تجميع ظاهرات الخريطة التى تحمل القيمة الوصفية نفسها فى حدود واحدة، فعلى سبيل المثال، تضم خريطة الوحدات الإدارية لمحافظة الإسكندرية الشياخات كوحدات مساحية صغيرة تتوزع داخل الأقسام التى تمثل بدورها وحدات مساحية أكبر تتوزع داخل الأحياء التى تمثل بدورها وحدات مساحية أكبر تتوزع داخل حدود المحافظة. فإذا كانت خريطة الوحدات الإدارية للإسكندرية المكونة من الشياخات هى الخريطة المدخلة فيمكن عن طريقها إنتاج خريطتان جديدتان، الأولى

---

(1) Chang, K., op. cit., p. 216.

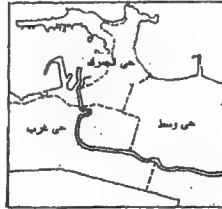
خريطة الأقسام الإدارية، الثانية خريطة الاحياء الإدارية، فعند انتاج خريطة الأقسام نستخدم عملية التلاشى Dissolve لإلغاء الحدود الإدارية بين الشياخات داخل كل قسم فتبقى الحدود الإدارية للأقسام فقط، وعند انتاج خريطة الاحياء نستخدم عملية التلاشى Dissolve فى إلغاء الحدود الإدارية بين الأقسام داخل كل حى، وتبقى الحدود الإدارية للاحياء فقط. شكل رقم (١٩).

وعند إجراء عملية التلاشى للشياخات تكون الشياخات الخاصة بكل قسم معرفة برقم تعريفى متشابه، فعل سبيل المثال الشياخات المكونة لقسم الجمرك تكون معرفة برقم (١)، الشياخات المكونة لقسم المنشية معرفة برقم (٢)، والشياخات المكونة لقسم باب شرقى معرفة برقم (٣) وهكذا.

وبالتالى يقوم البرنامج بتجميع الشياخات متشابهة الرقم التعريفى الخاصة بكل قسم بعمل تلاشى لحدودها الداخلية والبقاء على حدودها الخارجية المحددة للقسم الإدارى.



بعض أقسام الإسكندرية



تلاشى حدود الأقسام

شكل رقم (١٩): عملية التلاشى Dissolve

وفي حالة ما إذا كانت البيانات الوصفية للخريطة المدخلة تحتوي على توزيع عدد السكان بكل شياخة، فبعد إجراء عملية التلاشي لحدود الشياخات لرسم حدود الأقسام، سيكون البيان الوصفي الجديد المتوافق مع الخريطة المخرجة هو إجمالي عدد سكان كل قسم (حاصل جمع عدد سكان شياخات كل قسم بعد عملية تلاشي الحدود بينها)، وبالمثل بعد إجراء عملية التلاشي لحدود الأقسام لرسم خريطة الأحياء سيكون البيان الوصفي الجديد المتوافق مع الخريطة المخرجة هو إجمالي عدد سكان كل حي (حاصل جمع عدد سكان الأقسام الإدارية بكل حي بعد عملية تلاشي الحدود بينها).

## ٢- عملية القطع Clip،

وهي عملية تهدف إلى إنتاج خريطة جديدة تشتمل على الظاهرات في الخريطة المدخلة التي تقع داخل ظاهرة مساحية محددة في خريطة أخرى تسمى خريطة القطع Clip Map، وبالتالي فهذه العملية مفيدة جداً عند تحديد الظاهرات الموزعة في منطقة معينة غالباً ما تكون منطقة الدراسة لأي بحث. فطبي سبيل المثال يمكن أن تكون الخريطة المدخلة خريطة ظاهرات نقطية مثل الفنادق، أو خريطة ظاهرات خطية مثل الطرق، أو خريطة ظاهرات مساحية مثل نطاق الغابات، وتكون خريطة القطع هي مساحة منطقة الدراسة، فتكون الخريطة المخرجة عبارة عن مساحة منطقة الدراسة فقط موضح بها الظاهرات التي تقع بداخلها. شكل رقم (٢٠).

## ٣- عملية التلاصق Merge،

وتهدف إلى إنتاج خريطة جديدة تجمع خرائط منفصلة تمثل كل منها جزء من مساحة أرضية لنطاق واحد، فطبي سببيل المثال في حالة رسم خرائط منفصلة للساحل الشمالي المصري تمثل كل خريطة عشر بقائق طولية فيه، فعملية التلاصق يمكن أن تجمع خريطين متجاورتين أو أكثر في خريطة واحدة. شكل رقم (٢١).

الخريطة المدخلة



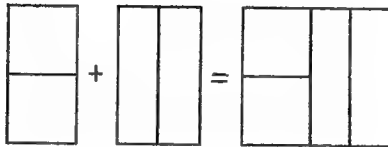
خريطة القناع



الخريطة المخرجة



شكل رقم (٢٠): عملية القلع Clip



شكل رقم (٢١): عملية التلاصق Merge



#### ٤- عملية الاختيار Select،

وتهدف إلى انتاج خريطة جديدة تشتمل على ظاهرات مختارة من قبل المستخدم يحددها من خلال أرقام تعريفها، فعلى سبيل المثال عند اختيار نطاق تربة معين، أو نطاق محصول معين، أو نطاق جيولوجى معين، أو نطاق مناخى معين، وهكذا. شكل رقم (٢٢).



إختيار للناطقات شمالي تربة المصوبة

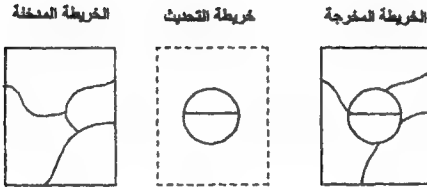
شكل رقم (٢٢): عملية الاختيار Select

#### ٥- عملية التجاهل Eliminate،

وتهدف إلى انتاج خريطة جديدة بعد أن يتم تحريك ظاهرات الخريطة بما يناظر تعريف المستخدم لها فى الخريطة المدخلة، فإذا كانت مساحة منطقة معينة بالخريطة يتنافى مع المساحة المعروفة بواسطة المستخدم فيتم تعديل المساحة على الخريطة بما يتوافق مع قيمتها المعروفة التى ادخلها المستخدم فى جدول بياناتها الوصفى، ويتم تجاهل الفارق بينهما.

## ٦. عملية التحديث Update.

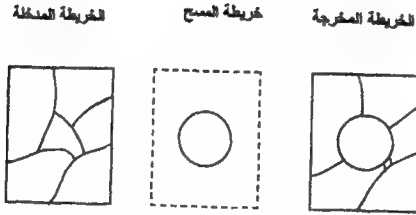
وتهدف إلى انتاج خريطة جديدة ذات تعريف أحدث على الخريطة المدخلة، فعلى سبيل المثال عند إدخال خريطة الأقسام الإدارية لمحافظة الإسكندرية، ثم بعد فترة يصدر قرار جديد بإعادة ترسيم حدود بعض الأقسام الإدارية، ففي هذه الحالة لا نقوم بإعادة ترقيم الخريطة الحديثة بأكملها ولكن نستخدم عملية التحديث Update في تعديل حدود الأقسام التي أعيد ترسيم حدودها حديثاً، ويتم ذلك عن طريق استبدال حدود الأقسام القديمة بحدودها الجديدة من خلال الخريطة الحديثة Update Map (التي تحتوي على الأقسام التي تعدل حدودها فقط). (شكل رقم (٢٣)).



شكل رقم (٢٣)، عملية التحديث Update Map

## ٧- عملية الإلغاء Erase،

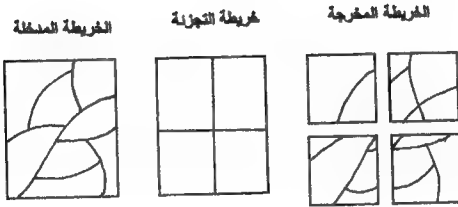
ونهدف إلى انتاج خريطة جديدة تشتمل على الظاهرات في الخريطة المدخلة التي تقع خارج ظاهرة مساحية محددة في خريطة أخرى تسمى خريطة المسح أو الإلغاء Erase Map، أما الظاهرات التي تقع داخل مساحة الإلغاء فتلغى بياناتها المكانية والوصفية. وبالتالي تعد هذه العملية عكس عملية القلع Clip، وهي مفيدة جداً عند تحديد الظاهرات المحيطة بمنطقة معينة غالباً ما تكون منطقة الدراسة لأي بحث. شكل رقم (٢٤).



شكل رقم (٢٤)، عملية المسح والإلغاء Erase

#### ٨- عملية التجزئة Split،

وتهدف إلى انتاج مجموعة خرائط من الخريطة المدخلة، وبمعنى آخر تقسيم الخريطة المدخلة إلى مجموعة أجزاء متساوية، وبالتالي تعد هذه العملية عكس عملية التلاصق Merge، ويستفاد منها في تجزئة منطقة الدراسة الى مناطق ثانوية، أو إلى قطاعات أصغر، فعلى سبيل المثال يمكن تقسيم النطاقات السكنية إلى نطاقات أصغر بحيث يتم توزيع فرق الأمن عليها، أو مكاتب العقارات. شكل رقم (٢٥).



شكل رقم (٢٥)، عملية التجزئة Split

## الخلاصة:

- ١- يتم بناء نظام البيانات الاتجاهي Vector على هيئة ملف يتكون من احداثيات (س، ص) لكل نقطة تمثل الظاهرة، وتعتمد كمية البيانات التي يتم تخزينها بالملف على عدد النقط أو عدد الاحداثيات السينية والصادية التي يتم تخزينها لتعريف للظاهرة.
- ٢- تتوافق أنظمة البيانات الاتجاهية Vector مع بيانات المرئيات الفضائية، وبيانات نظام تحديد المواقع العالمية GPS، بيانات المساحة الأرضية، وملفات الجداول الالكترونية بواسطة برامج Access، Excel.
- ٣- يشمل التحليل المكاني لنموذج البيانات الاتجاهية Vector مجموعة من الأساليب المتوافقة معه مثل تحليل الحرم، تطابق الخرائط، قياس المسافات، معالجة الخرائط.
- ٤- يعتمد انتاج الحرم على خريطة بيانات مكانية محدد عليها الظاهرات المطلوب انشاء الحرم حولها سواء كانت ظاهرات نقطية أو ظاهرات خطية، أو ظاهرات مساحية، وسوف تكون هي طبقة المعلومات المدخلة وعند وضع الشروط وتنفيذ عملية التحليل ستظهر طبقة معلوماتية جديدة مخرجة موقع عليها الأحرام التي تم انشاؤها بالشروط المطلوبة.
- ٥- تتم عملية تطابق الخرائط بين خريطتين أو أكثر، ويحدد الباحث الخريطة المنخلة، ثم الخريطة أو الخرائط المنطبعة، وسوف ينتج عن عملية التطابق خريطة جديدة تجمع القياس الجيومترى والوصفى لظاهرات الخريطة المدخلة والخريطة أو الخرائط المنطبعة. ويشترط لعمل ذلك أن تكون جميع الخرائط مصممة بنظام احداثيات واحد، ومرسومة بمسقط واحد.
- ٦- يتم تحليل تطابق الخرائط وفقاً لثلاث طرق أساسية يختار منها الباحث ما

يناسب دراسته، وتسمى الطريقة الأولى الاتحاد Union، والثانية التقاطع Intersect، أما الثالثة فتسمى التماثل Identity.

٧- يستخدم تحليل قياس المسافة في قياس المسافات والاستفسار عن أقصر طريق للذهاب من نقطة بداية معرفة إلى موضع محدد، وأقصر طريق للعودة بينهما.

٨- تشمل معالجة الخرائط مجموعة عمليات تستخدم في إنتاج خريطة جديدة تحمل بيانات مكانية ووصفية جديدة، وتستخدم هذه العمليات في عمل التلاشي، القطع، التلاصق، الاختيار، التجاهل، التحديث، الإلغاء، والتجزئة في الظاهرات الموجودة بالخريطة المدخلة أو بين الخرائط المنطبعة.

الملاحق ،

ملحق رقم ٢:

استخدام تحليل الحرم وتحليل تطابق الخرائط في برنامج Arc GIS .

١- التطبيق المطلوب هو اختيار الموقع المناسب لإنشاء مستشفى .

٢- الملفات المطلوبة :

- ملف استخدام الأرض .

- ملف أنواع التربة .

- ملف الطرق الرئيسية .

٣- الشرط المطلوب هو أن تقع المستشفى في منطقة فضاء (Land = 90) ، في تصنيف التربة رقم (5) (Soil= 5) ، وبمسافة عن حرم الطريق بنحو ٢٠٠ م .

خطوات العمل:

١- افتح برنامج Arc Map .

٢- امض الملفات الثلاثة المطلوب العمل عليها إلى نافذة البرنامج .

٣- صمم خريطة الحرم على ملف الطرق باختيار أداة الحرم Buffer Wizard من قائمة أدوات Tools ، ثم اختر ملف الطرق ، واختر الوحدات المترية لحساب المسافات ، ثم ادخل رقم ٢٠٠ م في تجديد مسافة الحرم ، ثم اختر تلاشي الحدود بين الأحرام dissolve barriers between buffers ، ثم حدد اسم الملف الجديد للحرم ، وانقر إنهاء Finish .

٤- عمل التطابق Overlay بين خريطة استخدام الأرض ، وخريطة أنواع التربة بواسطة طريقة الاتحاد Union . باختيار أداة التحليل الجغرافي Geoprocessing Wizard من قائمة أدوات Tools . ثم اختر اتحاد طبقتان Union two layers ، واملف استخدام الأرض باعتباره الطبقة المنطبعة Overlay Layer ، ثم اختر اسم الملف الجديد للخريطة المخرجة Output Map ، ثم انقر إنهاء Finish .

٥- عمل التوافق Overlay بين خريطة الملف الجديد للتوافق السابق، وخريطة الملف الجديد للحرمة بطريقة التقاطع Intersect. باختيار أداة GeoProcessing من قائمة أدوات Tools، ثم اختر Intersect two layers، ثم حدد ملف الحرم باعتباره الطبقة المدخلة Input layer، وملف التوافق السابق باعتباره الطبقة المنطبقة Overlay Layer، واختار اسم الملف الجديد للخريطة المخرجة ثم انقر إنهاء.

٦- انقر بزر الفأرة الأيمن على ملف التوافق الأخير في جدول المحتويات واختار فتح البيانات الوصفية، ثم اختيار بواسطة البيانات الوصفية Select by Attributes ثم أدخل الصيغة التالية في مربع المصطلحات. = "Soil" AND "Land" = 90 ثم انقر Apply.

٧- انقر زر Selected في أسفل جدول البيانات الوصفية لملف التوافق بالتقاطع ستظهر مساحات الاختيار محددة على الخريطة. وهي المساحات الفضاء في نوع التربة رقم (٥) خارج نطاق الحرم. ثم احفظ هذا الملف بالنقر بزر الفأرة الأيمن على ملف التوافق الأخير واختيار عمل طبقة للظواهر المختارة Creat layer for selected features وهي طبقة الأراضي الفضاء في نوع التربة رقم (٥) التي تبعد عن الطريق بما يزيد عن ٢٠٠ م.

٨- من الممكن أن يتم تحويل هذه الطبقة إلى ملف رسومي Shap File بالنقر بزر الفأرة الأيمن على طبقة الاختيار، ثم اختر Data ومنها اختر Export Data. سيظهر مربع حوار Export Data، اختر To export all features ثم احفظ الملف الرسومي الناتج، وبهذه الطريقة سيكون محفوظاً في نظام الاحداثيات نفسه الذي ادخلت به البيانات الأساسية.



## التحليل المكاني للبيانات النقطية Raster

- ماهية البيانات النقطية
- عناصر البيانات النقطية
- التعريف الجغرافي للبيانات النقطية
- اسقاط البيانات النقطية
- استكمال البيانات المفقودة
- أنواع البيانات النقطية
- دقة البيانات النقطية
- ترقيم البيانات النقطية
- البيانات الوصفية للبيانات النقطية
- تحليل البيانات النقطية
- أساليب التحليل المكاني للبيانات النقطية
- 1- عمليات التحليل الموضعي
- 2- عمليات تحليل المجاورة
- 3- عمليات تحليل التناقضات والأقاليم
- 4- عمليات قياس المسافة
- الخلاصة
- الملاحق



## مقدمة .. ماهية البيانات النقطية:

يستخدم نموذج البيانات النقطية Raster Data Models في تعريف ظاهرات سطح الأرض إلى الحاسب الآلى على هيئة سطح مستو يتكون من شبكة Grid من الخلايا Cells، تحمل كل خلية قيمة رقمية تعبر عن الظاهرة المكانية التي تحتلها، وبالتالي فالتغير في نوع الظاهرات يعكسه التغير في القيمة الرقمية داخل كل خلية.

ويتم عرض البيانات النقطية بطريقتين، الأولى على هيئة بيانات موضوعية Thematic Data حيث تعبر من خلالها القيم داخل خلايا الشبكة عن القياس الكمي للظاهرة مثل منسوب سطح الأرض، عدد السكان، عدد المباني، اتساع الطرق، وغيرها. شكل رقم ( ٢٦ )، والثانية على هيئة بيانات تشكيلية (رسومية) Image Data حيث تعبر من خلالها القيم داخل خلايا الشبكة عن كمية الضوء المنعكسة من الشيء نفسه فتظهر على شكل ظلال متدرجة من الرمادي الفاتح إلى الرمادي الداكن بحوالى ٢٥٦ درجة (تتراوح قيمة الضوء بين صفر، ٢٥٦)، أو على شكل ألوان متباينة وفي الحالتين تعبر الرؤية عن ما تمثله الشبكة من ظاهرات. شكل رقم (٢٧).

### عناصر البيانات النقطية Raster<sup>(١)</sup>،

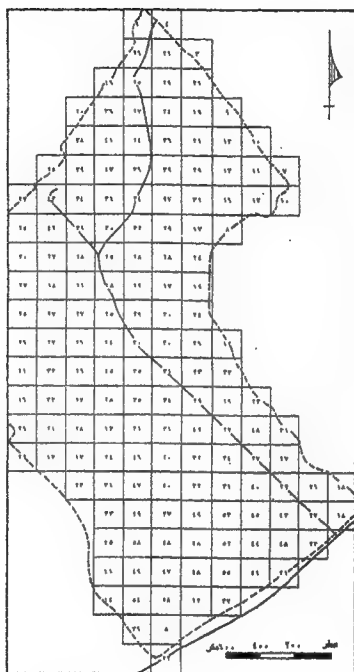
تتكون البيانات النقطية من مجموعة من العناصر الأساسية نستعرضها فيما يلي: -

#### ١- الشبكة Grid:

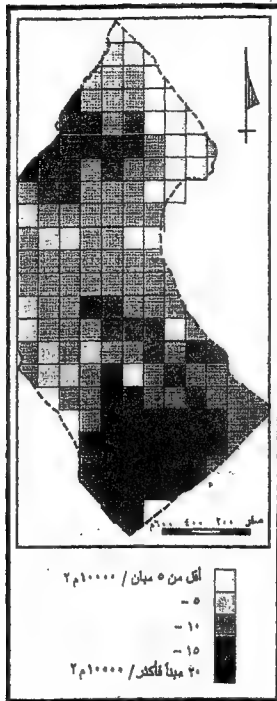
وهي شبكة تصنعها مجموعة متتالية من الخطوط الأفقية التي تتباعد بمسافات متساوية مع مجموعة متتالية من الخطوط الرأسية التي تتباعد عن

---

(1) Esri, Using Arc GIS Spatial Analyst, 2001-2002, pp. 73 - 87.



شكل رقم (٢٦): توزيع المائي بمنطقة العجمي - البيطاش  
 غربي الاسكندرية عام ٢٠٠١ بطريقة البيانات الموضوعية  
 وتعبّر فيها قيمة كل خلية عن عدد المائي بداخلها



شكل رقم (٢٧): توزيع كثافة المباني بمنطقة العجمي - البيطاش  
 ضريبي الإسكندرية عام ٢٠٠١، على هيئة بيانات تشكيلية  
 وتعتبر فيها درجة الظل على درجة كثافة المباني بكل خلية

بعضها بالمسافات المتساوية نفسها فتنتج شبكة من المربعات متساوية المساحة تمثل طبقة معلوماتية منفردة تغطي المنطقة المدروسة مثل توزيع أنواع التربة، صور استخدام الأرض، شبكة الطرق، مجارى الانهار، مناسيب سطح الأرض، كميات المطر المتساقط، وغيرها، وتمثل مساحة الشبكة مساحة المنطقة على سطح الأرض التى تتوزع عليها الظاهرة. ولكى يتم تمثيل جميع الظواهر الموجودة فى نطاق أرضى محدد يتم انتاج مجموعة متعددة من الشبكات Multiple Raster كل منها ينفرد بتمثيل ظاهرة واحدة ويتوافق عدد الشبكات مع عدد الظواهر التى تمثل الوصف الكامل لسطح الأرض، شكل رقم ( ٢٨ ).

## ٢- الخلية The Cell،

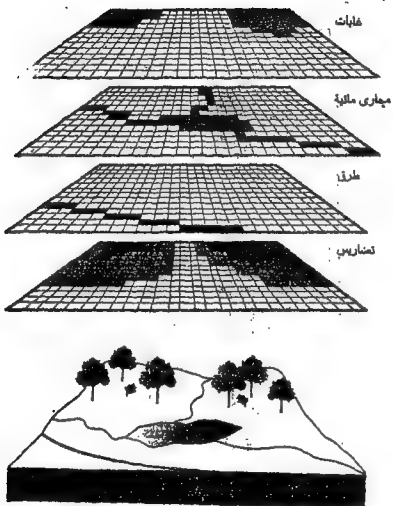
الخلية هى أصغر مساحة بالشبكة Pixel، وجميع خلايا الشبكة مربعات متساوية المساحة ويسمى طول ضلع الخلية بحجم الخلية Cell size، ومن الممكن التحكم بمساحة الخلية من حيث تصغيرها أو تكبيرها بما يتناسب مع تمثيل الظواهر، وفى الأغلب يجب أن تكون مساحة الخلية صغيرة بدرجة تسمح بتمثيل تفاصيل الظاهرة المعركة. شكل رقم ( ٢٩ ).

## ٢- السطور والأعمدة Rows and Columns،

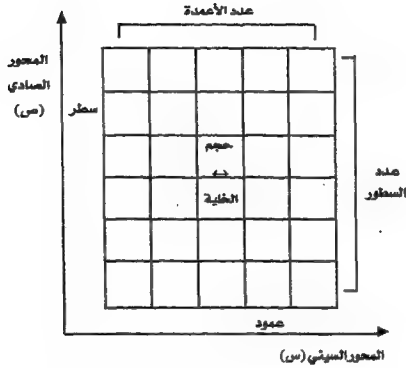
ترتب الخلايا فى سطور وأعمدة، وتكون السطور موازية للمحور السيني X - axis، وتكون الأعمدة موازية للمحور الصادي Y - axis، وتقع الخلية عند تقاطع السطر مع العمود، ويتم تحديد موقعها تبعاً للبعد الرأسى (رقم السطر) والبعد الأفقى (رقم العمود) عن نقطة الأصل.

## ٤- قيم الخلايا Values،

يتم تعريف الظاهرة المدروسة من خلال ترقيم الخلايا، فلكل خلية قيمة رقمية تعبر عن الظاهرة، وفى حالة ترقيم مجموعة من النقاط فى شبكة



شكل رقم (٢٨): تمثيل ظاهرات سطح الأرض علي طبقات  
 معلوماتية متعددة Multiple Raster



شكل رقم (٢٩)، شبكة البيانات النقطية Raster

البيانات النقطية Raster، تعطى لكل خلية يقع بداخلها الفندق رقم (١) - على سبيل المثال - أما باقى الخلايا الخالية من الفنادق تأخذ رقماً آخر وليكن (٢). وعند ترقيم طريق بشبكة أخرى، تعطى لكل خلية يمر بها الطريق رقم (١)، أما باقى الخلايا تأخذ رقماً آخر، وعند ترقيم صور استخدام الأرض بشبكة أخرى، تعطى لكل خلية يمر بها الاستخدام السكنى رقم (١)، أما الخلايا التى يمر بها الاستخدام الصناعى تأخذ رقم (٢)، والخلايا التى يمر بها الاستخدام الزراعى تأخذ رقم (٣) وهكذا لباقى صور استخدام الأرض - شكل رقم (٣٠). وتعتبر هذه القيم عن نوع الظاهرة الموجودة بالخلايا، وهى أرقام صحيحة فقط.

ويمكن أن تعبر القيم التى تعطى للخلايا عن مقدار Magnitude، مثل المسافة، الحجم، الارتفاع، الوزن، العدد، الكثافة، المعامل، وغيرها، فعند





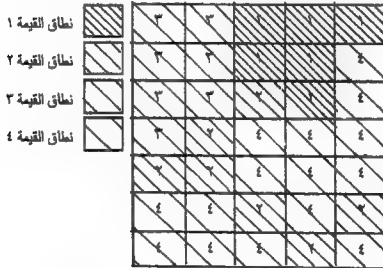


شكل رقم (٢١): ترقيم بيانات معامل التباين (ف) في عدد أدوار المياني بمنطقة العجمي - البيطاش غربي الإسكندرية عام ٢٠٠١

ترقيم مناسب سطح الأرض تأخذ كل خلية قيمة منسوب النقطة الموجودة بها، وعند ترقيم خرائط المناخ مثل خريطة كمية المطر التساقط تعبر كل خلية عن محطة أرصاد جوية يسجل بداخلها الرقم الدال على كمية المطر المتساقط عليها، وعند ترقيم خريطة توزيع عدد المباني، يعطى لكل خلية رقم يدل على عدد المباني الموزعة بداخلها وهكذا.. وفي هذه الحالة يمكن أن تكون قيم الخلايا أرقام صحيحة، أو أرقام كسرية. شكل رقم (٣١).

#### ٥- المناطق Zones،

يتكون النطاق Zone من خليتين أو أكثر من الخلايا التي لها القيمة ذاتها، التي تعبر عن توزيع ظاهرة واحدة بداخلهم، ويمكن أن يتكون النطاق الواحد من مجموعة من الخلايا المتصلة أو مجموعات من الخلايا المنفصلة أو الاثنين معاً، فالمناطق التي تتكون من خلايا متصلة عادة ما تمثل ظاهرة منفردة مثل طريق، بحيرة، مبنى، خط أنابيب. أما المناطق التي تتكون من مجموعات من الخلايا المنفصلة عادة ما تمثل ظواهر متكررة مثل أنواع التربة، أنواع الحشائش، صوراستخدام الأرض. شكل رقم (٣٢).



شكل رقم (٣٢): تقسيم شبكة البيانات النقطية إلى مناطق Zones

## ٦- الأقاليم Regions،

يتكون الاقليم Region من مجموعة من الخلايا المتصلة فى النطاق Zone التى لها القيمة نفسها، فالنطاق الذى يتكون من مجموعة خلايا متصلة له اقليم واحد فقط، والنطاق الذى يتكون من مجموعات خلايا منفصلة له أكثر من اقليم. شكل رقم (٣٣).

النطاق ١ يتكون من اقليم واحد		١	١	٣	٣	٤
النطاق ٢ يتكون من اقليمين		١	٢	٣	٣	٤
النطاق ٣ يتكون من ثلاثة اقاليم		٢	٢	٢	٤	٤
النطاق ٤ يتكون من اقليمين		٣	٤	٣	٣	٣
		٣	٤	٣	٢	٢

شكل رقم (٣٣)، تقسيم شبكة البيانات النقطية إلى نطاقات وأقاليم

## ٧- الجدول المرفق للشبكة،

البيانات النوعية التى تمثل بشبكة من الخلايا موزع بداخلها أرقام صحيحة يدل كل منها على نوع الظاهرة يكون لها جدول ملازم لها، هذا الجدول مكون من عمودين الأول يوضح القيمة التعريفية للظاهرة، والثانى يوضح عدد الخلايا التى تتوزع بداخلها هذه الظاهرة. شكل رقم (٣٤).

١	١	٥	٥
١	٢	٥	٥
٣	٢	٤	٤
٣	٢	٤	٤

القيمة	عدد الخلايا
١	٣
٢	٣
٣	٢
٤	٤
٥	٤

شكل رقم (٢٤): جدول البيانات المرفق لشبكة البيانات النقطية Raster

٨- الاسم Name:

يطلق على كل بيان نقطي اسم يميزه عن باقي البيانات النقطية الأخرى، فجميع العمليات من عرض واسترجاع ومعالجة وتحليل تتم من خلال الاسم . شكل رقم (٣٥) .

١	١	٥	٥
١	٢	٥	٥
٣	٢	٤	٤
٣	٢	٤	٤

التريبات			
القيمة	عدد الخلايا	للنوع	الكود
١	٣	رملية	١٠
٢	٣	جبلية	٢٠
٣	٢	حمراء	٣٠
٤	٤	بلية	٤٠
٥	٤	سوداء	٥٠

شكل رقم (٣٥): استخدام الاسم في تعريف البيانات النقطية Raster

## التعريف الجغرافي للبيانات النقطية:

### Georeferencing a Raster Dataset

يلزم للتعريف الجغرافي للبيانات النقطية من خريطة مصورة إلى السطح الحقيقي المعرف بنظام الاحداثيات، أن يتم تحديد مواقع الظاهرات باحداثياتها الجغرافية، وسوف تكون هذه المواقع المعرفة بنظام الاحداثيات بمثابة نقط تحكم تستخدم كمرجعية عند التحويل من نظام احداثيات إلى نظام احداثيات آخر.

فعلى سبيل المثال يمكن أن تكون المواقع المعرفة جغرافياً جزء من طريق، نهر، ركن من مبنى، أو جسر، أو مصب نهر، تل، بدر، نقطة مثلثات، أو قاطع نقطة تقاطع طريقين، وغيرها.

### إسقاط البيانات النقطية Projecting Raster Database

تتوزع ظاهرات السطح في شبكة البيانات النقطية على الخلايا المربعة متساوية المساحة، وعندما يتم إسقاط هذه الشبكة بأحد المساقط المستخدمة فمن المحتمل أن يتغير عدد السطور وعدد الأعمدة وحجم الخلية في الشبكة تبعاً لخصائص المسقط المستخدم والعلاقة الهندسية التي يحققها. وبالمثل عند التحويل من مسقط إلى مسقط آخر يتغير شكل ومساحة الخلية.

ويشترط عند اجراء التحليل المكانى بين أكثر من طبقة معلوماتيه بنموذج البيانات النقطية Raster أن تكون جميع الطبقات مرسومة بمسقط واحد، فإذا تم اجراء التحليل المكانى بين طبقتين أو أكثر كل منهما مرسوم بمسقط مختلف عن الأخرى فإن نتيجة التحليل سوف تكون خاطلة بسبب عدم تطابق شكل ومساحة الخلية بكل طبقة مع نظيرتها فى الطبقة الأخرى.

## استكمال البيانات المفقودة:

عند إنشاء شبكة بيانات مغطاة Raster لمجموعه من البيانات النوعية أو الكمية فإنه أحياناً ما تظهر بعض الخلايا خالية من القيم الدالة على هذه البيانات وفي هذه الحالة يتم تحديد قيم هذه الخلايا اعتماداً على قيم الخلايا المجاورة لها بثلاث طرق مختلفة نستعرضها فيما يلي:

### ١- طريقة الجار الأقرب Nearest Neighbor:

وتعتمد هذه الطريقة في استكمال قيم الخلايا الفارغة في الخريطة المدخلة على البحث عن أقرب مركز خلية مجاورة للخلية الفارغة ويتم تسجيل قيمة أقرب خلية مجاورة إلى الخلية الفارغة، وتستكمل جميع قيم الخلايا الفارغة بهذا الشكل. وتستخدم هذه الطريقة للبيانات النوعية مثل استخدام الأرض، التركيب المحصولي، أنواع التربة وغيرها.

### ٢- طريقة التوليف:

وتعتمد هذه الطريقة على استكمال قيم الخلايا الفارغة في الخريطة المدخلة على حساب متوسط قيم أقرب أربع خلايا مجاورة للخلية الفارغة، وتستخدم هذه الخريطة في البيانات المستمرة مثل المناسيب، الانحدار، درجة الحرارة، كمية الأمطار، نسب تركيز الملوثات، قيم الصنوعاء وغيرها، وهي لا تصلح للبيانات النوعية لأن الأنواع لا يحسب لها متوسط حسابي.

### ٣- طريقة الالتفاف المكعب Cubic Convolution<sup>(١)</sup>:

وهي تشبه طريقة التوليف السابق ذكرها، وتعتمد هذه الطريقة على حساب المتوسط الحسابي لقيم أقرب ست عشرة خلية للخلية الفارغة.

### أنواع البيانات النقطية:

يستخدم نموذج البيانات النقطية Raster في تمثيل الظاهرات النوعية مثل

(١) ESRI., Using ArcGIS. Spatial Analyst, USA, 2002, P. 81.

أنواع التريات، أنواع استخدام الأرض، أنواع المحاصيل، أنواع التصانيف، وغيرها، وفي هذه الحالة تكون قيم الخلايا أرقام صحيحة يعبر كل منها عن نوع الظاهرة التي تحتل الخلية وتسمى في هذه الحالة بالبيانات النوعية Categorical Data أو غير المستمرة Discontinuous Data .

أما في حالة تمثيل الظواهر الكمية التي يمكن التعبير عنها بمقدار رقمي، مثل ارتفاعات المباني، مناسيب سطح الأرض، درجات الحرارة، نسب الرطوبة، كمية المطر، تركيز الملوثات، قيمة الضوضاء، انحدار سطح الأرض، في هذه الحالة تكون قيم الخلايا أرقام صحيحة أو كسرية يعبر كل منها عن مقدار الظاهرة التي تحتل الخلية وتسمى في هذه الحالة بالبيانات المستمرة Continuous Data .

نوع آخر من البيانات المستمرة تشمل الظواهر التي تتغير بالتقدم أو الاندفاع، أو بمعنى آخر تنطلق من مصدرها وتتحرك بعيدة عنه مثل انطلاق الحرارة من حرائق الغابات، فتكون درجة الحرارة أكبر ما يمكن عند مصدر الحريق ثم تقل تدريجياً بالابتعاد عنه، أو عندما تنطلق الحرارة من فوهة البركان، فتكون درجة الحرارة أكبر ما يمكن عند موقع البركان ثم تقل تدريجياً بالابتعاد عنه، أو تكون شدة الضوضاء أكبر ما يمكن بجوار مصدرها ثم تنخفض تدريجياً بالابتعاد عنه، أو تكون درجة التلوث الهوائي أكبر ما يمكن بجوار مصدره من لوافظ المصانع ثم تنخفض تدريجياً بالابتعاد عنه - على سبيل المثال لا الحصر. وفي هذه الحالات تكون قيم الخلايا حول الخلية المصدر أكبر ما يمكن ثم تنخفض قيم الخلايا تدريجياً بالبعد عن المصدر.

#### دقة البيانات النقطية The Resolution of Raster Data

تتباين دقة البيانات النقطية تبعاً لحجم الخلية الذي يجب أن يكون صغيراً بشكل يسمح بتمثيل التفاصيل المطلوبة للظاهرة. ويراعى عند تحديد حجم



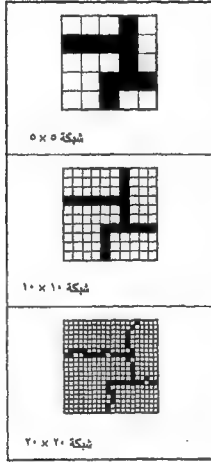
الخلية الدقة المطلوب تمثيل البيانات المدخلة بها، وحجم البيانات بالنسبة لسعة التخزين على القرص الصلب أو للقرص المرن أو المصغوط، والوقت المطلوب، ونوع التحليل الذي سوف يستخدم.

زيادة الدقة تعنى انخفاض حجم الخلية وزيادة السعة التخزينية للبيانات، وانخفاض سرعة التحليل، وزيادة تكاليف المشروع، فعند تغيير الدقة لنصف حجم الخلية يحتاج المستخدم أكثر من أربعة أضعاف سعة التخزين. شكل رقم (٣٦).

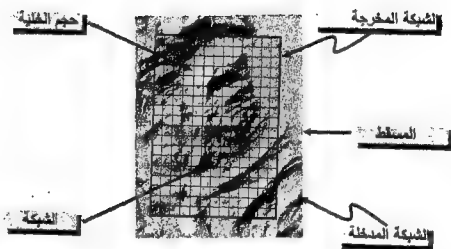
#### ترقيم البيانات النقطية:

يتم انشاء شبكة البيانات النقطية Raster على هيئة شبكة من الخلايا المربعة تكسو الخريطة المدخلة Input Map التي تمثل منطقة الدراسة. شكل رقم (٣٧)، ويعطى قيمة رقمية لكل خلية تعبر عن الظاهرة التي تمر بمركز الخلية، وتعتمد أساليب التحليل المكاني على هذه القيم الرقمية في إجراء التحليل، ويتناسب حجم الخلية مع الظاهرة المدروسة فعلى سبيل المثال عند ترقيم ظاهرة نقطية مثل الآبار لا يمكن أن يستخدم حجم خلية يبلغ ١ كم عند دراسة توزيع الآبار، فإذا تم ذلك فإن أكثر من بتر سيقع داخل خلية واحدة وفي هذه الحالة عند إجراء التحليل سيتم اختيار أحد هذه الآبار بشكل عشوائي لتمثل الخلية في الخريطة المخرجة. ولتجنب ذلك يجب تصغير حجم الخلية إلى الحد الذي يسمح بعدم تكرار أكثر من بتر في خلية واحدة.

وبالمثل عند ترقيم ظاهرة خطية مثل الطرق فإن قيم للخلايا سوف تعطى للخط الذي يمر بالخلية، وفي حالة ما إذا كان حجم الخلية كبيراً لدرجة تسمح بمرور أكثر من طريق في خلية واحدة، فإن أداة التحليل المكاني سوف تختار عشوائياً أحد هذه الخطوط لتمثيل موقع الخلية في الخريطة المخرجة. فعلى سبيل المثال إذا تم ترقيم خريطة الطرق على شبكة ذات خلايا بحجم كبير يبلغ ١ كم فإن الطريق الذي سوف يمر بهذه الخلايا سيظهر بانساع يبلغ ١ كم



شكل رقم (٣٦): تباين تمثيل الظاهرات تبعاً  
لتباين دقة الشبكة وحجم الخلية



شكل رقم (٣٧): تمثيل الخريطة الأساس بشبكة  
البيانات النقطية Raster

فى الخريطة المخرجة، وهو اتساع مبالغ فيه لا ينطبق مع الواقع، وفى حالة إختيار خلية بحجم يبلغ متر واحد، فإن اتساع الطريق سيبلغ متراً واحداً فى الخريطة المخرجة، وهو اتساع لا ينطبق مع الواقع أيضاً، ولذلك فإنه يجب أن يختار حجم خلية يتناسب مع الظاهرة الخطية.

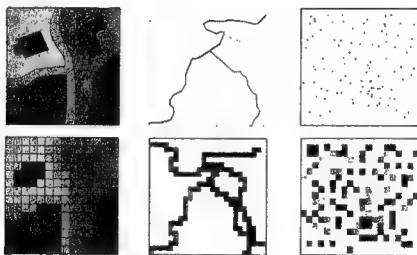
وعند ترقيم ظاهرة مساحية فإن قيم الخلايا سوف تُعطى لنوع الظاهرة التى تحتل الخلية، ويراعى أن يقل حجم الخلية بقدر الامكان حتى تظهر حدود الظاهرة المساحية أقل تشوهاً وأقرب إلى امتدادها الواقعى على سطح الأرض.

إذن ترقم الظواهر النقطية باعتبار النقطة هى خلية، وهى أصغر وحدة فى البيانات النقطية وكلما انخفض حجم الخلية كلما اقترب التمثيل من الواقع، وترقم الظواهر الخطية باعتبار الخط هو سلسلة متصلة من الخلايا، وكلما انخفض حجم الخلية كلما اقترب تمثيل الخط الى الواقع فى الخريطة المخرجة، وترقم الظواهر المساحية على هيئة مجموعة متصلة من الخلايا تحدد شكل الظاهرة المساحية، وترتبط بدقة حدود المساحة بحجم الخلية، فزداد الدقة ويقترب التمثيل من الواقع كلما انخفض حجم الخلية.

#### البيانات الوصفية للبيانات النقطية Attributes to Raster Data

تعد القيمة الرقمية للخلية هى البيان الوصفى لها، وهو يُعرف النوع، أو المقدار، وفى حالة النوع يكون رقماً صحيحاً، وفى حالة المقدار يكون رقماً صحيحاً أو كسرياً.

يتشكل النطاق Zone من مجموعة الخلايا التى لها القيمة نفسها، وقد تكون هذه المجموعة متصلة أو غير متصلة، وكل مجموعة متصلة داخل النطاق تشكل اقليم Region. ويتكون جدول البيانات الوصفية من ثلاثة حقول (أعمدة) الأول تحدد فيه قيمة الخلية، الثانى عدد الخلايا التى تحمل القيمة نفسها، والثالث نوع الظاهرة المناظرة لقيمة الخلية. شكل رقم (٣٩).



شكل رقم (٢٨): ترقيم البيانات النقطية Raster

الخريطة المدخلة لصور  
استخدام الأرض

١	١	٢	٢
٢	١	٢	٢
٢	١	٢	٣
٤	٣	٣	٣
٤	٤	٤	٤

جدول البيانات  
الوصفية

استخدام الأرض		
قيمة الخلية	عدد الخلايا	نوع الاستخدام
١	٤	سكنى
٢	٦	صناعى
٣	٤	زراعى
٤	٥	تجارى

شكل رقم (٣٩)، جدول البيانات الوصفية لنموذج البيانات  
النقطية Raster لصور استخدام الأرض

تحليل البيانات النقطية Raster Data Analysis

يوفر نموذج البيانات النقطية Raster تسهيلات كبيرة فى عمليات تحليل البيانات بسبب سهولة بنائه على هيئة شبكة من المربعات وكل مربع أو خلية يحمل قيمة تعبر عن خصائص الظاهرة التى تحتل هذه الخلية، وفى حالة تحليل شبكة واحدة تكون عمليات التحليل من أسهل ما يمكن لاعتمادها على قيم الخلايا مباشرة دون حساب الأبعاد الجيومترية كما هو الحال فى نموذج البيانات الاتجاهية Vector، وفى حالة تحليل أكثر من شبكة فإن تطابق الشبكات فى حجم الخلية والمساحة المغطاه يسهل عملية التحليل وتطابق الخرائط وإعادة تصديفها، كما يسهل عملية توليف السطوح Surface Interpolation وعمليات تحليل الرؤية، إتجاهات الانحدار، ويمكن بذلك

تخزين مجموعة كبيرة من النقاط والخطوط والمساحات للسطوح المتشابهة، وتجرى عمليات التحليل بسرعة فائقة.

ويؤدي التمثيل المتشابه للشبكات عند إجراء عمليات التحليل إلى معالجة الظاهرات بطريقة متشابهة لا تحتاج إلى قياسات جيومترية مختلفة، فالبناء المتشابه لشبكة المربعات للبيانات النقطية Raster يوجد السطح بما يحمله من ظاهرات نقطية (ومثل طبقة المناسيب) مع الظاهرات الخطية (مثل طبقة الطرق) مع الظاهرات المساحية (مثل طبقة استخدام الأرض) في تحليل واحد بكل سهولة وسرعة.

وتعد دقة شبكة البيانات النقطية Raster أهم ما يوضع في الاعتبار عند عمل التحليل المكاني للشبكة، فكما كانت الخلايا أصغر كلما تم تمثيل ظاهرات سطح الأرض بشكل أقرب من امتدادها الحقيقي على سطح الأرض، كلما زادت دقة التحليل المكاني، فالدقة المنخفضة للشبكة أحد السليبيات التي يمكن أن تقلل من دقة التحليل المكاني، ففي حالة تمثيل بحر مياه في خلية مساحتها كيلومتر مربع فهذا يعني أن التحليل سيقوم على اعتبار أنه لا يوجد ظاهرات أرضية أخرى غير البحر في هذه المساحة وهذا مخالف للواقع، وسوف يهمل التحليل أي ظاهرات أخرى مجاورة للبحر في المساحة نفسها في السطح الأرضي الحقيقي، وهذا في حد ذاته يقلل من دقة التحليل المكاني، لأنه في حالة ما تم زيادة دقة الشبكة بتقليل مساحة الخلية إلى ١٠ متر مربع بدلاً من واحد كيلومتر مربع فإن الظاهرات التي أهملها التحليل في عشرة آلاف متر مربع سوف تكون ممثلة على شبكة البيانات وتأخذ قيم ظاهرات أخرى ستدخل ضمن عمليات التحليل المكاني بالقيم التي تحملها وتزداد بذلك دقة التحليل المكاني.

تعتمد دقة التحليل المكاني إذن على المساحة التي يشملها التحليل، وحجم

خالية النموذج الشبكي لها، وعند تحليل طبقة بيانات واحدة فقط فإن حجم خلية الخريطة المخرجة Output Map سيكون مساوياً لحجم خلية الخريطة المدخلة Input Map، وعند تحليل أكثر من طبقة بيانات Multiple Layers فإن الخريطة المخرجة ستكون محصلة اتحاد الطبقات أو تقاطعها، فالإتصاد يعنى أن الخريطة المخرجة ستكون شبكتها مساوية فى مساحتها لمساحة أكبر شبكة مدخلة، أو لأكبر مساحة تغطيها الشبكات المدخلة مجتمعة، والتقاطع يعنى أن الخريطة ستكون شبكتها مساوية فى مساحتها لمساحة المنطقة التى يتكرر وجودها فى الخريطين المدخلتين (الشبكتين المدخلتين). ويمكن للمستخدم أن يتحكم فى حجم خلية الخريطة المخرجة بما يتوافق مع المقياس الذى يحدده فى دراسته، ولكن لا يمكن تصغير حجم الخلية فى الشبكة المخرجة عن حجم الخلية فى الشبكة المدخلة، وللممكن هو أن يكون مساوياً له أو أكبر منه.

#### أساليب التحليل المكاني للبيانات النقطية Raster.

تتعدد أساليب التحليل المكاني للبيانات النقطية Raster وفقاً لنوع الظاهرة المدروسة، والمساحة الموزعة فيها، والمساحة المطلوب العمل عليها، وتكون المحصلة النهائية للتحليل هو أن الشبكة المخرجة سوف تحمل خلاياها قيم جديدة تُعبر عن نتيجة التحليل الذى تم على الشبكة أو الشبكات المدخلة.

#### ١- عمليات التحليل الموضعي Local Operations.

وهى عمليات تحليل يتم إجراؤها على خلايا الشبكة خلية تلو الأخرى<sup>(١)</sup>، وهى تتم إما على شبكة مدخلة واحدة، أو على شبكات مدخلة متعددة، وتنتج شبكة جديدة تحسب قيم خلاياها بواسطة الصيغة المستخدمة فى تحليل قيم الشبكة أو الشبكات المدخلة، وبالتالي فإن خلايا الشبكة المخرجة تحمل قيمة جديدة هى محصلة التحليل الذى تم على قيم الشبكة أو الشبكات المدخلة.

(1) Chang, K., op. Cit., p. 226.



#### أ - عمليات التحليل الموضوعي لشبكة مدخلة واحدة،

وتتم فيها عمليات التحليل على خلايا شبكة واحدة مدخلة فقط، حيث ينتج شبكة جديدة مخرجة تحمل خلاياها قيمة جديدة كمحصلة لعملية تحليل رياضية لقيم خلايا الشبكة المدخلة، مثل الصيغ الرياضية المنطقية (الجمع، الطرح، الضرب، القسمة). وعمليات اللوغاريتمات، وعمليات القوى (التربيع، التكعيب، الجذر التربيعي، الجذر التكعيبي، قوى الأس). وعمليات حساب المثلثات (الجيب، جيب التمام، الظل، مقلوب الجيب، مقلوب جيب التمام، مقلوب الظل).

وتشمل عمليات التحليل الموضوعي أيضاً عمليات أخرى مثل تحويل قيم الخلايا من أرقام عشرية إلى أرقام صحيحة، أو تحويل زوايا القطاعات الدائرية المسجلة بالدرجات إلى نسب مئوية، أو تحويل القياسات الكيلومترية (النظام الفرنسي للقياس) إلى قياسات ميلية (النظام الانجليزي للقياس)، أو تحويل قيم الأمطار المساقطة من قيمتها بالبوصة إلى قيمتها بالسنتيمترات، أو تحويل درجات الحرارة الفرنهيئية إلى درجات حرارة مئوية، على سبيل المثال لا الحصر.

#### ب- عمليات التحليل الموضوعي لشبكات مدخلة متعددة،

وتتم فيها عمليات التحليل على خلايا شبكات متعددة، وهي عمليات تشبه عمليات التوافق Overlaying في نموذج البيانات الاتجاهية Vector حيث يتم وضع الشبكات المدخلة فوق بعضها Superimposing ثم تبدأ عمليات التحليل، ومن مميزات هذه العمليات على نموذج البيانات النقطية Raster هو تشابه حجم الخلايا في جميع الشبكات المدخلة، وتشابه مساحة جميع الشبكات المدخلة، مما يعطي فعالية سريعة للتحليل على أساس تطابق الشبكات في حجم الخلية (الدقة) والمساحة.

الشبكة الداخلة

١	٢	٢	٢
٢	١	٢	٤
١	١	١	٤
٢	٢	٢	٤

كمية المطر بالبوصة

الشبكة الخارجة

٢,٥	٥	٥	٥
٥	٢,٥	٥	١٠
٢,٥	٢,٥	٢,٥	١٠
٥	٥	٥	١٠

كمية المطر بالسنتيمترات

٦٨	٦٨	٧٧	٨٦
٧٧	٦٨	٧٧	٨٦
٦٨	٧٧	٨٦	٧٧
٧٧	٦٨	٨٦	٨٦

درجة الحرارة ف°

٢٠	٢٠	٢٥	٢٠
٢٥	٢٠	٢٥	٢٠
٢٠	٢٥	٣٠	٢٥
٢٥	٢٠	٣٠	٣٠

درجة الحرارة م°

شكل رقم (٤٠) : بعض عمليات التحليل الموضعي

Local Operations

وبجانب عمليات التحليل السابق ذكرها فى الفقرة السابقة الخاصة بالتحليل الموضوعى على شبكة واحدة، فإنه يمكن استخدام مقاييس الوصف الاحصائى فى حالة تحليل الشبكات المتعددة مثل حساب أكبر قيمة فى قيم الخلايا بالشبكات المدخلة، أو أصغر قيمة، أو المدى بينهما، الوسط الحسابى، الوسط، المنوال، المجموع، الانحراف المعياري، معامل الاختلاف.

فعلى سبيل المثال إذا كان لدينا خمس شبكات مدخلة يعبر كل منها عن توزيع كمية المطر السنوى (فترة خمس سنوات)، فيمكن حساب متوسط كمية المطر السنوى خلال فترة خمس سنوات، وفى هذه الحالة ستكون قيم خلايا الشبكة الجديدة للخريطة للمخرجة هى متوسط كمية المطر خلال خمس سنوات، وبمعنى آخر سيتم جمع قيم الخلية الأولى فى العام الأول مع الثانى فالثالث فالرابع فالخامس وقسمة المجموع على خمسة (عدد سنوات القياس) ويكون الناتج هو قيمة الخلية الأولى فى الشبكة الجديدة للمخرجة، ثم تكرر عملية حساب المتوسط الحسابى لكل خلية من خلايا الشبكة، وهكذا بالنسبة لأى مقياس احصائى يراد حسابه على الشبكات.

ويقوم مستخدم برامج نظم المعلومات الجغرافية بإستخدام الآلة الحاسبة للبيانات النقطية Raster Calculator المتوفرة بالبرنامج فى كتابة الصيغة الحسابية أو الاحصائية المطلوب إجراؤها على الشبكة أو الشبكات المدخلة.

ومن أكثر العمليات التحليلية الأخرى شيوعاً التى يتم إجراؤها بخاصة على البيانات النوعية عمليات قياس القيم الأغلب توزيعاً Majority الأكثر تكراراً، قياس القيم الأقل توزيعاً Minority، قياس القيمة الوحيدة (الفريدة)، أو قياس التنوع فى القيم Variety.

فعلى سبيل المثال فى حالة تمثيل خرائط استخدام الأرض بشبكة البيانات النقطية Raster، سيتم تمثيل كل صورة من صور استخدام الأرض

على هيئة نطاقات Zones من الخلايا المتجاورة أو غير المتجاورة، فإن خلايا كل نطاق ستحمل رقم معين يتكرر في جميع الخلايا المتجاورة أو غير المتجاورة التي يحتلها الاستخدام، وعند إجراء التحليل الموضعي فإن البرنامج سيمر على جميع الخلايا لكي يحدد الاستخدام الأغلب أو الأكثر انتشاراً أو الأكبر مساحة (الذي تكرر وجودها في أكبر عدد من الخلايا)، وكذلك الاستخدام الأقل انتشاراً أو الأصغر مساحة (الذي تكرر وجودها في أقل عدد من الخلايا).

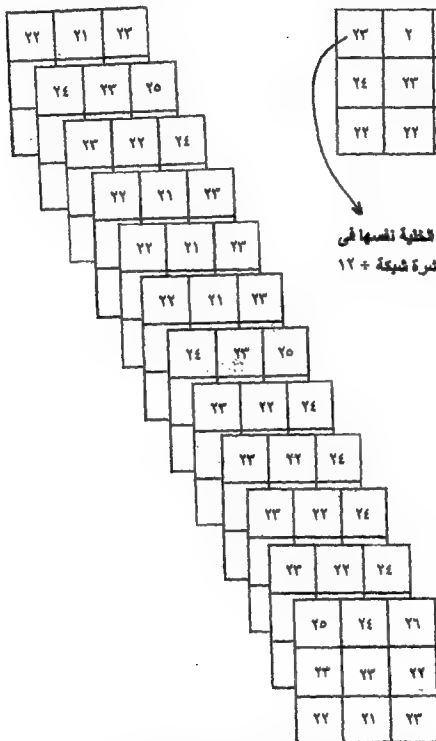
#### تطبيقات عمليات التحليل الموضعي،

أهم أكثر التطبيقات الجغرافية شيوعاً لعمليات التحليل الموضعي هي رسم خرائط المتوسطات، ورسم خرائط التغير المكاني والزمني لصور استغلال واستخدام الأرض، وفيما يلي أمثلة لأهم تلك التطبيقات.

١- لرسم خرائط المتوسط السنوي لدرجة الحرارة، في هذه الحالة سيكون لدينا اثنتى عشرة شبكة مدخلة يمثل كل منها المتوسط الشهري لدرجة الحرارة، وعند إجراء التحليل سيتم جمع قيم الخلية رقم (١) في الاثنى عشرة شبكة وقسمتها على (١٢) فينتج قيمة جديدة تسجل في الخلية رقم (١) في الشبكة المخرجة وتكرر العملية لباقي الخلايا. شكل رقم (٤١).

٢- دراسة ظاهرة التغير في صورة أو أكثر من صور استخدام الأرض، فعلى سبيل المثال عند رصد ظاهرة تناقص مساحات الغابات في فيتنام خلال الفترة بين عامى ١٩٤٥، ١٩٨٢ م. التي يوضحها الشكل رقم (٤٢) فيلزم توافر ثلاث خرائط مدخلة على فترات متباعدة لمساحة الغابات في فيتنام، وفي حالة تحويلهم إلى ملفات رقمية رسومية بنموذج البيانات النقطية Raster فإن الشبكة الأولى ستمثل الخريطة الأولى التي توضح مساحة نطاق الغابات عام ١٩٤٥، وهذا يعنى أن جميع خلايا نطاق الغابات

الشبكة المدخلة  
المتوسط الشهري لدرجة الحرارة



شكل رقم (٤١): حساب المتوسط السنوي لدرجة الحرارة من خلال المتوسطات الشهرية لها (م)

الغابات تحمل قيمة واحدة دالة على نوع إستغلال الأرض (الغابات)، وتمثل الشبكة الثانية مساحة نطاق الغابات عام ١٩٧٥، وهذا يعنى أن جميع خلايا نطاق الغابات فيها تحمل القيمة ذاتها التى تحملها خلايا الغابات فى الشبكة الأولى، وتمثل الشبكة الثالثة مساحة نطاق الغابات عام ١٩٨٢، وهذا يعنى أن جميع خلايا نطاق الغابات فيها تحمل القيمة ذاتها التى تحملها خلايا الغابات فى الشبكتين الأولى والثانية، وعن طريق حصر عدد الخلايا التى تتوزع داخلها الغابات فى كل شبكة تنتج مساحة نطاق الغابات بكل منها، ويمكن حساب الفارق فى المساحة بين كل فترة وأخرى، وحساب معدلات التغير فى مساحة نطاق الغابات بين كل فترة وأخرى.



شكل رقم (٤٢): تناقص مساحة الغابات فى فيتنام .

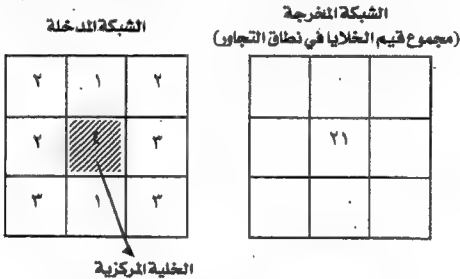
خلال الفترة بين عامي ١٩٨٢، ١٩٤٥م

## ٢- عمليات تحليل المجاورة Neighborhood Operations

وهي عمليات تحليل تشمل صلة الخلية بالخلايا المجاورة لها بالشبكة المدخلة<sup>(١)</sup>، ويتم تحديد الخلايا المجاورة للخلية بقياس هندسي معين، وتكون قيم الخلايا في الشبكة المخرجة هي ناتج عملية التحليل بين كل خلية والخلايا المجاورة لها في الشبكة المدخلة. وتتم هذه العمليات على شبكة بيانات نقطية Raster واحدة فقط.

ويتم تحديد نطاق التجاور بطرق هندسية مختلفة تتفاوت فيما بينها في عدد الخلايا المجاورة التي سوف تدخل في عملية التحليل، وهي كالآتي<sup>(٢)</sup>:-

١- نطاق تجاور على شكل مربع يتحدد على أساس نطاق يتكون من تسع خلايا (٣ أسطر × ٣ أعمدة) بحيث يكون موقع الخلية التي سوف تحمل القيمة الجديدة الناتجة بفعل التحليل في مركز المربع وتسمى الخلية المركز Focal cell، ويحيط بها ثمانية خلايا سوف يشملها التحليل شكل رقم (٤٣).



شكل رقم (٤٣)، عملية تحليل التجاور من نطاق مربع

(٣ أسطر × ٣ أعمدة)

(1) Hathout, S. The Principals of Geographic Information Systems, Dar Al-Marffa Al-Gamelya, Alexandria, 2007, p. 56.

(2) ESRI, op. cit., p. 166.

٢- نطاق تجاور على شكل دائرة بنصف قطر محدد، فتحدد خلايا المجاورة بإحداثياتها التي تدخل ضمن حدود محيط الدائرة بغض النظر عن عددها، وعند إجراء التحليل ستكون الخلية المركزية هي التي يقع مركز الدائرة فيها، والخلايا المجاورة هي جميع الخلايا في نطاق محيط الدائرة - شكل رقم (٤٤).

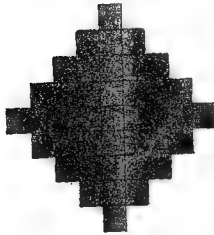
٣- نطاق تجاور حلقى، يتحدد على شكل حلقة دائرية تنحصر بين دائرتين لهما مركز واحد إحداهما أكبر من الأخرى، ويتحدد نطاق التجاور بمجموعة الخلايا المحصورة بين محيط الدائرة الكبيرة ومحيط الدائرة الصغيرة، وتكون الخلية المركزية هي التي يقع مركز الدائرتين فيها - شكل رقم (٤٤).

٤- نطاق تجاور على هيئة قطاع دائري تحدده زاوية مركزية لدائرة معلوم نصف قطرها، فتحدد خلايا المجاورة بإحداثياتها التي تتوزع داخل القطاع الدائري، وتكون الخلية المركزية هي التي يقع مركز الدائرة فيها - شكل رقم (٤٤).

ويتم استخدام مقاييس الوصف الاحصائي في تحليل التجاور، فعلى سبيل المثال يمكن حساب المتوسط الحسابي لقيم الخلايا الموزعة داخل نطاق التجاور، أو الوسيط، الانحراف المعياري، معامل الاختلاف، القيمة الأكثر تكراراً، القيمة الأقل تكراراً، وهكذا - فعلى سبيل المثال عند حساب المتوسط الحسابي سيقوم البرنامج بالتنقل بين خلية وأخرى، فيعتبر كل خلية هي خلية مركزية ويبدأ في حساب المتوسط الحسابي لقيم الخلايا في نطاق التجاور ويكون الناتج هو القيمة الجديدة للخلية المركزية، ثم ينتقل إلى الخلية الثانية فيعتبرها خلية مركزية ثم بحسب المتوسط الحسابي لقيم الخلايا في نطاق التجاور لها، ويكون الناتج هو القيمة الجديدة للخلية المركزية الثانية في

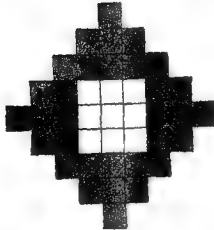


### أ- نطاق التجاور الدائري



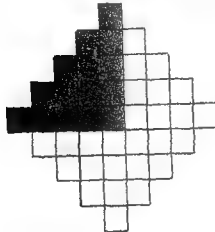
الخلية المركزية

### ب- نطاق التجاور الحلقي



الخلية المركزية

### ج- نطاق التجاور على شكل قطاع دائري



الخلية المركزية

شكل رقم (٤٤): أنواع نطاقات التجاور





شكل رقم (٤٦): استخدام تحليل التجاور لحساب متوسط مساحة المبني الواحد  
(بالمتر المربع) في منطقة العجمي - البيطاش - غربي الاسكندرية

كما تعد عملية تحليل التجاور واحدة من عمليات قياس الاختلاف، فعند حساب المدى (الفارق بين أكبر قيمة وأصغر قيمة) لنطاق التجاور يمكن تفسير مدى التغير في قيم الخلايا - شكل رقم (٤٧).

الخريطة المدخلة					الخريطة المخرجة حساب المدى		
٣	١٣	١٢	١٠	٨	١٢	١٢	١١
١٢	١٤	٥	٢	٧	١٢	١٣	٩
١٠	٦	٢	١	٣	١٠	١٠	١٠
١٢	١١	١٠	٩	٨			
٨	٢	٣	٥	١١			

شكل رقم (٤٧): استخدام تحليل التجاور لحساب المدى  
(على سبيل المثال القيمة ٩ في الخلية السادسة بالشبكة  
المخرجة ناتج الفارق بين ١٠، ١ في نطاق تجاور ٣×٣)

كما تستخدم عملية تحليل التجاور لحساب التنوع في الظواهر النوعية بالشبكة المدخلة على أساس حساب عدد قيم الخلايا المختلفة في نطاق التجاور، وتحمل الخلية في الشبكة المخرجة قيمة التنوع العددي، وتستخدم هذه الطريقة بكثرة في حساب التنوع في صور استخدام الأرض، وفي أنواع المحاصيل المزروعة، وفي أنواع الدباب الطبيعية، وفي أنواع الحيوانات في الحياة البرية - شكل رقم (٤٨).

### الشبكة المدخلة

١	٢	٣	١	٢
٣	٥	٥	٣	١
٤	٢	١	٤	٤
٣	٥	٥	٤	٥
١	٢	١	٣	٣

### الشبكة المخرجة

#### حساب التنوع

٥	٥	٥
٥	٤	٣
٥	٥	٤

شكل رقم (٤٨) : استخدام تحليل التجاور لحساب التنوع في صور استخدام الأرض (هنا سيبين المثال القيمة ٣ في الخلية السادسة بالشبكة المخرجة تدل على وجود ثلاثة أنواع من صور استخدام الأرض في نطاق تجاور ٣×٣

ويستفاد من عمليات تحليل التجاور أيضا حساب القيمة الأكثر أو الأقل انتشاراً في نطاق التجاور، وتعمل الخلية في الشبكة المخرجة القيمة الجديدة، وتستخدم هذه الطريقة بكثرة في حساب أي صورة من صور استخدام الأرض الأكثر توزيعاً بنطاق التجاور، أو أي نوع من المحاصيل المزروعة الأكثر توزيعاً بنطاق التجاور. شكل رقم (٤٩) .

### ٢- عمليات تحليل على مستوى النطاقات والأقاليم:

ويشمل التحليل المكاني فيها على الخلايا التي لها قيم متشابهة (النطاقات Zones) سواء كانت نطاقات مستمرة (خلاياها متجاورة) أو غير مستمرة (خلاياها غير متجاورة) أو التي لها قيم متشابهة ومتجاورة فقط (الأقاليم Regions)، وتجرى عمليات التحليل على شبكة بيانات مدخلة واحدة، أو

الخريطة المدخلة

٧	٥	٥	٦	٣
٥	٣	٧	٦	٤
٥	٤	٣	٦	٦
٥	٥	٤	٤	٤
٤	٥	٣	٣	٣

الخريطة المخرجة

القيمة الأكثر تكراراً

٥	٦	٦
٥	٤	٤
٤	٤	٣

شكل رقم (٤٩): حساب القيمة الأكثر تكراراً (فعلي سبيل المثال

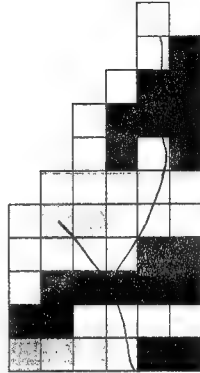
القيمة ٢ هي الخلية التاسعة بالشبكة المخرجة تعني أن

القيمة ٢ هي الأكثر تكراراً في نطاق تجاوز ٢×٢ (تكررت أربع مرات)

على شبكات مدخلة متعددة، فبالنسبة لعمليات التحليل التي تجرى على شبكة بيانات مدخلة واحدة فقط فهي تنحصر في عمليات حساب المساحة، المحيط، الاتساع، الأبعاد، المركز المتوسط، قياس الشكل - فعلى سبيل المثال يتم حساب مساحة كل نطاق عن طريق ضرب عدد خلاياه  $\times$  مساحة كل خلية - شكل رقم (٥٠)، أما المحيط فهو مجموع أطوال الخلايا الحدودية للنطاق في حالة ما إذا كان نطاق مستمر، أو مجموع محيطات كل اقليم في حالة ما إذا كان نطاق غير مستمر، أما الاتساع فهو طول قطر الدائرة التي يمكن أن تغطي خلايا النطاق، أما المركز المتوسط فهو النقطة التي يتقاطع عندها المحور الأكبر مع المحور الأصغر لقطع ناقص مطابق تقريباً للنطاق.

## الخريطة المفرجة

شبكة نطاقية



## الخريطة المنخفضة

قيم الخلايا تحمل سعر المتر المربع من الأرض

					500	
				1000	500	
			1000	800	800	
		1000	800	800	800	
		1000	800	1000	800	
	1000	1000	1000	1000	900	
1000	900	900	1000	1000	1000	
1000	1000	1000	1000	800	500	
1000	800	800	800	800	500	
500	500	1000	1000	1000	900	
900	900	800	1000	500	500	

نطاق يبلغ سعر المتر المربع فيه 1000 جنيه (مساحته 90000م²)

نطاق يبلغ سعر المتر المربع فيه 900 جنيه (مساحته 31500م²)

نطاق يبلغ سعر المتر المربع فيه 800 جنيه (مساحته 157500م²)

نطاق يبلغ سعر المتر المربع فيه 500 جنيه (مساحته 495000م²)



شكل رقم (٥٠): استخلاص المساحات من خريطة توزيع نطاقات سطح الأرض

حسب سعر المتر المربع بكل منها بالجنيه المصري عام ٢٠٠٠م

بشمالي منطقة المعجمي - البيطاش - غربي الاسكندرية

(مساحة الخلية تعادل ٢٢٥٠م²)

أما في حالة إجراء التحليل على شبكات مدخلة متعددة فإنه يلزم وجود شبكة بيانات مدخلة تبين توزيع النطاقات أولاً، وتحمل خلايا هذه الشبكة قيم محددة لكل نطاق، فعلى سبيل المثال إذا كانت الشبكة توضح توزيع صور استخدام الأرض، فإن النطاق السكنى تحمل خلاياه قيمة (١)، وتحمل خلايا النطاق الصناعى قيمة (٢)، وتحمل خلايا النطاق الزراعى قيمة (٣) وهكذا باقى النطاقات، ثم شبكة بيانات مدخلة أخرى تبين توزيع قيم الظاهرة المدروسة على خلايا كل نطاق، فعلى سبيل المثال إذا كانت الشبكة توضح مناسيب سطح الأرض فإن كل خلية فيها تحمل قيمة منسوب سطح الأرض فيها، وفى حالة حساب متوسط منسوب سطح الأرض بكل نطاق، فإن الخريطة المخرجة ستحمل قيم جديدة تحسب عن طريق حساب متوسط منسوب سطح الأرض بكل نطاق عن طريق جمع قيم المناسيب بجميع خلايا النطاق وقسمتها على عدد خلايا النطاق - شكل رقم (٥١).

ويمكن بالطريقة نفسها حساب مقاييس الوصف الاحصائى مثل أكبر قيمة، أصغر قيمة، المدى بينهما، المتوسط الحسابى، الوسيط، الانحراف المعياري، معامل الاختلاف، القيمة الأكثر تكراراً، أو الأقل تكراراً، والتنوع.

كما يمكن استخدام تحليل النطاقات والأقاليم فى تصميم خرائط المعدلات مثل الكثافة (كثافة السكان - كثافة الطرق - كفاءة الترع والمصارف.. وغيرها)، متوسط نصيب الفرد من الدخل، أو الأراضى الزراعية، أو الإنتاج الزراعى، وحساب متوسط استهلاك الطاقة، أو مياه الشرب بالأقاليم، وحساب متوسط منسوب سطح الأرض، متوسط انحدار سطح الأرض، اتجاه الانحدار، والربط بينها وبين نطاقات النبات الطبيعى، نطاقات التربة، نطاقات تضاريس سطح الأرض - شكل رقم (٥٢).



٣	٣	١	١	١
٣	٣	١	١	٢
٣	٣	١	٢	٢
٣	٣	٢	٢	٢

الشبكة المدخلة الأولى  
(خريطة نطاقات استخدام الأرض)

١٤	١٣	١٣	١٣	١٢
١٣	١٤	١٣	١١	١٠
١٤	١٥	١٠	٩	٨
١٥	١٤	٧	٧	٧

الشبكة المدخلة الثانية  
(خريطة مناسيب سطح الأرض بالتر)

١٤	١٤	١٢	١٢	١٢
١٤	١٤	١٢	١٢	٨
١٤	١٤	١٢	٨	٨
١٤	١٤	٨	٨	٨

الشبكة المخرجة  
(خريطة متوسط مناسيب سطح  
الأرض بكل نطاق من نطاقات  
استخدام الأرض)

شكل رقم (٥١)، عملية تطيل التوافق بين متوسط مناسيب  
سطح الأرض ونطاقات استخدام الأرض

١٠٠	١٠٠	١٤٠	١٤٠
١٢٠	١٠٠	١٢٠	١٤٠
١٢٠	١٢٠	١٢٠	١٤٠
١٠٠	١٠٠	١٤٠	١٤٠

الشبكة المدخلة الأولى  
(قطاعات متوسط مناسيب سطح  
الأرض بالمتر)

١	٢	١	١
١	٢	٢	١
٤	٣	٣	٣
٤	٤	١	١

الشبكة المدخلة الثانية  
(نطاقات أنواع النبات الطبيعي)

٣	٣	٢	٢
٤	٣	٤	٢
٤	٤	٤	٢
٣	٣	٢	٢

الشبكة المخرجة  
(عدد الأنواع النباتية بنطاقات  
مناسيب سطح الأرض)

شكل رقم (٥٢): عملية تحليل تعدد الأنواع النباتية تبعاً  
لاختلاف مناسيب سطح الأرض

#### ٤- عمليات قياس المسافة Distance Measure Operations

وتتم هذه العمليات على الشبكة المدخلة لحساب المسافة الأفقية بين نقطة محددة هي مركز الخلية التي تقع فيها النقطة وتسمى الخلية المصدر Source Cell وجميع خلايا الشبكة الأخرى، وعلى هذا الأساس فإن عملية التحليل تشمل جميع خلايا الشبكة، وتكون النتيجة شبكة جديدة مخرجة تحمل خلاياها قيم المسافة الأفقية بين كل منها والخلية المصدر.

وحين يتم عمل تحليل المسافة على شبكة بيانات لظاهرة نقطية مثل الآبار، الفنادق، المدارس، المستشفيات وغيرها، فإن كل خلية تمثل الظاهرة النقطية تكون خلية مصدر، وتكون الخريطة الجديدة المخرجة شبكة بيانات تحمل خلاياها قيم المسافة بين كل منها وأقرب خلية مصدر، وفي حالة تحليل المسافة على شبكة بيانات لظاهرة خطية مثل الطرق، المجارى المائية، الحدود السياسية وغيرها، فإن كل خلية يمر بها المظهر الخطي تكون خلية مصدر، وتكون الخريطة الجديدة المخرجة شبكة بيانات تحمل خلاياها قيم المسافة بين كل منها وأقرب خلية مصدر، ويستفاد من عمليات قياس المسافة في تنفيذ عمليات قياس متعددة لعل أهمها ما يلي:

١- تحديد المسافة إلى أقرب نقطة محددة (الخلية المصدر) وهي أقصر مسافة مسجلة إلى خلية مصدر، فعلى سبيل المثال يمكن حساب المسافة إلى أقرب مستشفى (في حالة ما إذا كانت الشبكة المدخلة هي شبكة توزيع المستشفيات) وتكون قيم خلايا الشبكة المخرجة هي أقصر مسافة بين كل خلية خالية من المستشفيات والخلايا المصدر التي تحفظها المستشفيات، ويكون هذا التحديد مفيداً عندما يستخدم للبحث عن أقرب مستشفى لموقع الحادث لكي يمكن أن يختاره قائد سيارة أو طائفة الاسعاف لنقل المصابين إليها، أو البحث عن أقرب مطعم، أو أقرب صيدلية وهكذا.

٢- تحديد حصة كل خلية مصدر من الخلايا التي تقع في نطاقها الأقرب، كأن نحدد نطاق أقرب مركز خدمة، أو نطاق أقرب مستشفى، أو نطاق أقرب مطعم، ومعنى آخر تحديد مجموعة الخلايا الأقرب لمصدر ما، وعلى هذا الأساس يمكن أن نحدد على شبكة البيانات المخرجة (التي سوف تحمل خلاياها قيم أقرب مسافة لأقرب مصدر) النطاقات الأقرب للخلية المصدر، ويكون هذا التحديد مفيداً لاختبار مستوى خدمة أي مركز خدمة، فكلما كان النطاق الذي يخدمه صغيراً كلما دل على سرعة أداء الخدمة في وقت أقصر، ويفيد ذلك عند دراسة التوزيع الأمثل لخدمات الطوارئ مثل الإطفاء، الإسعاف، الانقاذ المدني، أو الانقاذ النهري وغيرها.

٣- تحديد الاتجاه إلى أقرب خلية مصدر، وهذا يمكن تحديد الخلايا التي يمكن أن تتبعها لأقرب مصدر، وتأخذ قيم هذه الخلايا قيمة الانحراف عن اتجاه الشمال بالدرجات باعتبار أن اتجاه الشمال هو خط بداية القياس ويحمل الدرجة صفر. وعلى هذا الأساس يمكن أن نحدد على شبكة البيانات المخرجة (التي سوف تحمل خلاياها قيم الاتجاه) ما هو الاتجاه إلى أقرب خلية مصدر، كأن نحدد اتجاه المسار إلى أقرب مركز خدمة، واتجاه المسار إلى أقرب مستشفى، واتجاه المسار إلى أقرب مطعم، أو إلى أقرب صيدلية، وهكذا.

#### ٤- تحديد المسافة الموزونة Weighted Distance Functions:

وهي مسافة أفقية مُعدلة بواسطة متغير آخر تنسب إليه، فالمسافة الزمنية تنسب فيها المسافة الأفقية المقاسة إلى الزمن، فيمكن أن نستنتج منها أسرع مسافة أفقية أو أبطأ مسافة أفقية، ومسافة التكلفة تنسب فيها المسافة الأفقية المقاسة إلى تكلفة الرحلة أو تكلفة المشروع عبر المسافة، فيمكن أن نستنتج منها المسافة الأكثر تكلفة، أو الأقل تكلفة.

ولانتمام عملية تحليل المسافة الموزونة على شبكة بيانات مدخلة معرف عليها الخلية أو الخلايا المصدر التي سوف يحسب المسافة الموزونة بينها وبين باقى خلايا الشبكة، يتم تحديد القيمة التي سوف تنسب اليها المسافة الأفقية لتصبح مسافة موزونة، ويتم تحويل قيم الخلايا فى الشبكة المخرجة للمسافة الأفقية إلى شبكة أخرى موزونة بقيمة الوزن، فتكون خلايا الشبكة المخرجة النهائية تحمل قيم المسافة الموزونة من كل خلية إلى الخلية المصدر، وعلى هذا الأساس يمكن تحديد على شبكة البيانات المخرجة (التي سوف تحمل خلاياها قيم المسافة الموزونة) ما هى أقرب مسافة تحقق أقل أو أكبر وزن معين. فعلى سبيل المثال فى حالة حساب مسافة تكلفة رحلة سياحية إلى موقع محدد (خلية مصدر) فإن قيم خلايا الشبكة المخرجة تعبر عن قيمة تكلفة السفر من كل خلية إلى الخلية المصدر، ويلاحظ أنه كلما بعدت الخلايا عن الخلية المصدر تزداد قيمة الخلايا (تكلفة السفر) تراكماً.

وتعد أهم تطبيقات حساب المسافة الموزونة هى مسافة التكلفة Cost Weighted Distance، وتستخدم فى تطبيقات رحلات السفر السياحية، عند البحث عن أرخص مسار للسفر إلى الخلية المصدر والعودة منها، وفى تطبيقات المشروعات الاقتصادية التى لها مسارات طويلة مثل الطرق، امتداد أنابيب البترول وأنابيب المياه، وشبكات الكهرباء، والصرف الصحى، والتليفون وغيرها عند البحث عن أقل تكلفة لامتداد المشروع بالبعد عن الموقع الرئيسى للخدمة (الخلية المصدر).

## الخلاصة..

- ١- نموذج البيانات النقطية هو شبكة من المربعات تكسو خريطة توزيع ظاهرات سطح الأرض، كل مربع هو خلية تحمل قيمة رقمية تعبر عن نوع أو مقدار الظاهرة التي تحتل الخلية.
- ٢- تعرض البيانات النقطية على هيئة بيانات موضوعية تعبر عن مقدار القيم الرقمية داخل الخلايا، أو على هيئة بيانات تشكيلية تعبر عن كمية الضوء المنبعثة من كل خلية فتظهر على شكل ظلال لدرجات اللون الرمادي.
- ٣- تتكون البيانات النقطية من مجموعة عناصر هي: الشبكة، الخلايا، السطور والأعمدة، قيم الخلايا، النطاقات، الأقاليم، الجدول الوصفي المرفق، اسم البيانات.
- ٤- يشترط عند عمل التحليل للبيانات النقطية أن تكون جميع البيانات التي يشملها التحليل مرسومة بمسقط واحد.
- ٥- يتم استكمال البيانات المفقودة في شبكة البيانات النقطية بواسطة ثلاثة طرق الأولى تستخدم للبيانات النوعية فقط وتستخدم طريقة الجار الأقرب، أما الثانية وهي التوليف، والثالثة وهي الالتفاف المكعب وتستخدم في حالة البيانات الكمية.
- ٦- تعتمد دقة تمثيل البيانات النقطية على حجم الخلية فكلما انخفض حجم الخلية زاد عدد الخلايا واقترب تمثيل الظاهرات إلى الواقع.
- ٧- يوفر نموذج البيانات النقطية Raster تسهيلات كبيرة في عمليات تحليل البيانات بسبب سهولة بنائه على هيئة شبكة مربعات، وسهولة تطابق الخلايا بالشبكات المدخلة للتحليل.
- ٨- تعتمد دقة التحليل المكانية على مساحة منطقة التحليل، وحجم الخلية، ومن السهل التحكم في دقة التحليل بتغيير حجم الخلية.

- ٩- تنفذ عمليات التحليل الموضوعى على شبكات مدخلة مفردة أو متعددة، وهى تتم على جميع خلايا الشبكة المدخلة خلية تلو الأخرى، وذلك بتطبيق مجموعة الصيغ الحسابية المنطقية واللوجازيمية وحساب المثلثات، ومجموعة مقاييس الوصف الاحصائى. ومن أهم تطبيقاتها حساب خرائط المتوسط الحسابى، للتغير فى استخدام الأرض.
- ١٠- تهتم عمليات تحليل المجاورة بتحليل صلة الخلية بالخلايا المجاورة لها بالشبكة المدخلة، ويتم خلالها استخدام مقاييس الوصف الاحصائى، ومن أهم تطبيقاتها عمليات التصميم الخرائطى، وحساب التنوع والاختلاف.
- ١١- تهتم عمليات تحليل المجاورة بتحليل خلايا النطاقات والأقاليم، ويتم من خلالها قياس خصائص الشكل والمساحة والمحيط والانتساع والمركز المتوسط، ومقاييس الوصف الاحصائى، ومن أهم تطبيقاتها تصميم خرائط الكثافة، متوسط نصيب الفرد، والمتوسط الاستهلاكى للفرد.
- ١٢- تهتم عمليات تحليل المسافة بتحليل المسافة بين خلايا الشبكة المدخلة وخلية أو خلايا محددة منها تسمى الخلية أو الخلايا المصدر، ويستفاد منها فى تحديد أقرب مسافة لظاهرة محددة، والنطاق الأقرب لظاهرة محددة، الاتجاه إلى أقرب ظاهرة محددة، للمسافة الموزونة بالنسبة لظاهرة محددة.

## الملحق:

### ملحق رقم (٢):

#### إستخدام تحليل العمليات الموضعية Local Operation:

١- التطبيق المطلوب هو تحويل مناسيب سطح الأرض من وحدات القياس المترية إلى وحدات قياس بالقدم (باستخدام برنامج ArcGis).

٢- الملفات المطلوبة:

- ملف شبكة بيانات نقطية لمناسيب سطح الأرض.

#### مخطوات تنفيذ التطبيق:

١- افتح برنامج Arc Map ثم أضف إلى نافذته ملف مناسيب سطح الأرض.

٢- افتح قائمة View، واختر Toolbars وتأكد من اضافة شريط أدوات التحليل المكاني Spatial Analyst.

٣- اختر آلة حاسبة راسر Raster Calculator من خلال القائمة المنسدلة لأداة التحليل المكاني، سيظهر مربع حوار الآلة الحاسبة.

٤- أكتب في مربع المصطلحات المصطلح التالي: ٢٨ \* ٣ [اسم ملف المناسيب] ثم انقر Evaluate.

٥- انقر بزر الفأرة الأيمن Calculation واختر Make Permant وأدخل إسم الشبكة الجديد ثم انقر حفظ Save.

### ملحق رقم (٤):

#### إستخدام تحليل عمليات المجاورة Neighborhood Operations:

١- التطبيق المطلوبة: هو عمل تعميم لقيم مناسيب سطح الأرض.

٢- الملفات المطلوبة: ملف شبكة بيانات نقطية لمناسيب سطح الأرض.



### خطوات تنفيذ التطبيق:

- ١- إختار Neighborhood Statistics من القائمة المنسدلة من أداة التحليل المكانية Spatial Analyst.
  - ٢- ادخل اسم ملف مناسيب سطح الأرض في خانة البيانات المدخلة Input data وحدد حقل Field المناسب.
  - ٣- حدد في خانة Statistic Type مقياس المتوسط Mean.
  - ٤- حدد في خانة Neighborhood نوع التجاور مستطيل Rectangle.
  - ٥- حدد في خانة Neighborhood Setting عدد خلايا مستطيل التجاور، وفي حالة اختيار نطاق ٣×٣، اكتب ٣ في خانة Height، واكتب ٣ في خانة Width، وإختار خلية Cell.
  - ٦- حدد حجم الخلية المناسب في خانة Output Cell Size وليكن ٣٠.
  - ٧- حدد اسم ملف الشبكة المخرجة في خانة Output Raster.
  - ٨- انقر Ok.
- ملحق رقم (٥):

### استخدام تحليل عمليات المناطق Zonal Operations:

- ١- التطبيق المطلوب: تحليل التنوع في أنواع النبات الطبيعي بنطاقات مناسيب سطح الأرض.
- ٢- الملفات المطلوبة: - ملف نطاقات مناسيب سطح الأرض.
- ملف أنواع النبات الطبيعي.

### خطوات تنفيذ التطبيق:

- ١- إختار Zonal Statistics من القائمة المنسدلة من أداة التحليل المكانية Spatial Analyst، سيظهر مربع حوار Zonal Statistics.

- ٢- اكتب اسم ملف المناسيب في خانة Zone Dataset .
- ٣- اكتب اسم الحقل المطلوب العمل عليه في ملف المناسيب في خانة Zone Field .
- ٤- اكتب اسم ملف أنواع التريات في خانة Value Raster .
- ٥- لا تؤثر على Ignore Notata in Calculation .
- ٦- لا تؤثر على Join Output Table To Zone Layer .
- ٧- قم بالإشير على Chart Statistic ، وحدد في الخانة المقابلة لها مقياس التنوع Variety من القائمة المنسدلة .
- ٨- حدد اسم الملف الجديد في خانة Output Table .
- ٩- انقر OK .

ملحق رقم (٦) :

استخدام تحليل قياس المسافة الأفقية Straight Line Distance :

- ١- التطبيق المطلوب: حساب المسافة نحو المطاعم .
  - ٢- الملفات المطلوبة: ملف توزيع المطاعم .
- خطوات تنفيذ التطبيق:
- ١- اختر Distance من القائمة المنسدلة من أداة التحليل المكانية Spatial Analyst ، ثم اختر مسافة الخط المستقيم Straight Line ، سيظهر مربع حوار Straight Line .
  - ٢- حدد اسم ملف توزيع المطاعم في خانة Distance to .
  - ٣- حدد أقصى مسافة في خانة Maimum Distance ، واترك هذه الخانة خالية لا تضع حدوداً للمسافة المقاسة .
  - ٤- حدد حجم الخلية في الشبكة المخرجة في خانة Output Cell Size .

٥- قم بالتأشير على Creat Direction في حالة الرغبة في عمل شبكة جديدة محدد عليها الاتجاه نحو أقرب مطعم .

٦- قم بالتأشير على Creat allocation في حالة الرغبة في عمل شبكة بالطاقت التي يخدمها أقرب مطعم .

٧- حدد اسم الشبكة الجديدة في خانة Output raster .

٨- انقر OK .

ملحق رقم (٧) :

استخدام تحليل مقياس المسافة الموزونة Weighted Distance :

١- التطبيق المطلوب: حساب مسافة التكلفة Cost distance .

٢- الملفات المطلوبة: - ملف محطات ضخ مياه الشرب (المصدر) .

- ملف تكلفة أعمال الحفر والتشييد من المصدر .

خطوات تنفيذ التطبيق:

١- اختر Distance من القائمة المنسدلة لأداة التحليل المكاني Spatial

Analyst ، ثم اختر Cost Weighted ، سيظهر مربع حوار Cost Weighted .

٢- اكتب اسم الملف المصدر الخاص بتوزيع محطات ضخ مياه الشرب في خانة Distance to .

٣- اكتب اسم ملف التكلفة في خانة Cost raster .

٤- حدد أقصى مسافة في خانة Maximum distance .

٥- حدد حجم الخلية المطلوب للشبكة المخرجة في خانة Output Cell Size .

٦- قم بالتأشير على خانة Creat direction في حالة الرغبة في استخراج شبكة الاتجاهات .

٧- قم بالتأشير على خانة Creat allocation فى حالة الرغبة فى عمل شبكة نطاقات .

٨- اكتب اسم الشبكة المخرجة أمام خانة Output raster .

٩- انقر OK .

ملحق رقم (٨):

استخدام تحليل قياس المسار الأقصر Shortest Path

١- التطبيق المطلوب: استخراج خريطة اتجاهات المسار الأقصر نحو المستشفيات .

٢- الملفات المطلوبة: - ملف توزيع المستشفيات .

- ملف المسافة الأفقية إلى المستشفيات .

- ملف الاتجاهات نحو المستشفيات .

خطوات تنفيذ التطبيق:

١- اختر Distance من القائمة المنسدلة من أداة التحليل المكانية Spatial

Analyst، ثم اختر Shortest Path، سيظهر مربع حوار Shortest Path .

٢- اكتب اسم ملف توزيع المستشفيات فى خانة Path .

٣- اكتب اسم ملف المسافة الأفقية إلى المستشفيات فى خانة Cost distance raster .

٤- اكتب اسم ملف الاتجاه فى خانة Cost direction raster .

٥- اختر نوع المسار من القائمة المنسدلة فى خانة Path type ويمكن اختيار For Each cell .

٦- اكتب اسم الشبكة الجديدة فى خانة Output features .

٧- انقر OK .

## التحليل الطبوغرافي Topographic Analysis

- مقدمة
- مصادر البيانات الطبوغرافية
- نماذج بيانات التحليل الطبوغرافي
- أساليب التحليل الطبوغرافي
- ١ - إنتاج الخرائط الكنتورية
- ٢ - القطاع التضاريسي الرأسى
- ٣ - تحليل انحدار سطح الأرض
- ٤ - تحليل اتجاه انحدار سطح الأرض
- ٥ - تحليل ظللال سطح الأرض
- ٦ - تحليل رؤية سطح الأرض
- ٧ - التحليل ثلاثي الأبعاد
- الخلاصة
- الملاحق



يحتاج مستخدمى نظم المعلومات الجغرافية فى مشروعاتهم المختلفة بيانات عن تضرس سطح الأرض ونظامه، فهى بيانات أساسية لازمة عند دراسة الشبكات بأنواعها، مثل الطرق البرية، شبكات الهاتف والتليفون المحمول، وشبكات التلفزيون، القنوات المائية سواء كانت الترع أو المصارف أو خطوط نقل مياه الشرب، أو خطوط للصرف الصحى، الصرف الصناعى، وفى الدراسات التعديدية وامتداد أنابيب الغاز والبحرول، ودارسات الجيومورفولوجيا للتطبيقية التى تربط بين أشكال سطح الأرض والأنشطة البشرية، وفى دراسات تصنيف التربة والنبات الطبيعى، والدارسات المعتمدة على الرؤية مثل الأمن والحراسة، والدارسات السياحية لإقامة المنتجعات والقرى السياحية، والمخيمات ومزاولة رياضات الإنزلاق والتزحلق على الجليد، وتسلق المنحدرات، وفى دراسة الأخطار الطبيعية مثل فيضانات الأنهار، والإنزلاق الأرضى، وحرائق الغابات، وفى الدارسات المناخية، ودارسات المناخ التطبيقى التى تربط بين عناصر المناخ والأنشطة البشرية. وغيرها من الدارسات الجغرافية الأخرى.

فبيانات تضرس سطح الأرض إذن هى بيانات أساسية فى بناء قواعد البيانات الجغرافية الشاملة، لكونها معلومات هامة ترتبط بدراسات متعددة ومتنوعة تؤثر فيها. وتتأثر بها، وبالتالي فهى بيانات هامة جداً لا غنى عنها فى أى دراسة مكانية، وتعد أحد المتغيرات التى تلعب دوراً أساسياً فى اتخاذ القرارات المناسبة لأى مشروع مكانى.

وقد برع الخرائطيون فى تمثيل سطح الأرض بأساليب رسومية مختلفة تُعبر عن أشكال سطح الأرض وامتداده ونظامه وانحداره واتجاه إنحداره، كما

توصلوا إلى أساليب كمية مختلفة تُفسر التباين في خصائص أشكال سطح الأرض، وتحلل نظامه وانحداره.

واستخدم الخرائطيون الرسم المنظور في تمثيل أشكال سطح الأرض وعبروا عنها بأشكال تقريبية، ثم استخدموا خطوط الهاشور في تمثيل أشكال سطح الأرض عن طريق رسم خطوط تباين في السمك والطول والكثافة تبعاً لتباين انحدار سطح الأرض فتعطى إحساس بتغير التضاريس وتنوعها، ثم ازدادت دقتهم واستخدموا خطوط المناسيب المتساوية (الكنتور) في تمثيل أشكال سطح الأرض بأسلوب خرائطي كمي تباين دقته تبعاً لعدد نقاط المناسيب المستخدمة في الرسم، والمسافات بينها، وتعكس المسافات بين خطوط المناسيب المرسومة، وتدرجات الخطوط، واتجاه تدرجها الكمي، وقيمتها الموجبة أو السالبة، صورة المظاهر التضاريسية لسطح الأرض.

**مصادر البيانات الطبوغرافية:**

توفر هيئات المساحة المدنية والجيولوجية والعسكرية، وهيئات الاستشعار من بعد، وغيرها من الهيئات المهمة برصد وتسجيل سطح الأرض، خرائط أشكال سطح الأرض، ومناسيبها على هيئة خرائط ورقية أو رقمية يسهل الحصول عليها وحفظها في ملفات رقمية متوافقة مع برامج نظم المعلومات الجغرافية، كما يمثل كل من أسلوب المسح الميداني باستخدام جهاز المحطة المتكاملة Total Station، أو أسلوب أنظمة تحديد المواقع العالمية Global Positioning Systems أهم أساليب جمع مناسيب سطح الأرض في ملفات رقمية متوافقة مع برمجيات نظم المعلومات الجغرافية، تستخدم في تصميم خرائط رقمية لأشكال سطح الأرض تشكل أحد قواعد البيانات التي يحتاجها مستخدمى نظم المعلومات الجغرافية في تطبيقاتهم المختلفة.



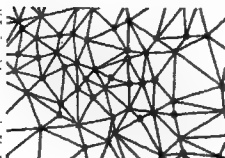
وتشمل برامج نظم المعلومات الجغرافية بين أدوات التحليل المكاني وأسلوب التحليل الطبوغرافي الذي يمكن استخدامه في تصميم الخرائط الكتورية، خرائط الانحدار، اتجاه الانحدار، خريطة ظلال الأرض، خرائط رؤية مظاهر سطح الأرض، وتعتمد في ذلك على ملفات نماذج البيانات النقطية Raster، أو ملفات نماذج البيانات الاتجاهية Vector.

#### نماذج بيانات التحليل الطبوغرافي:

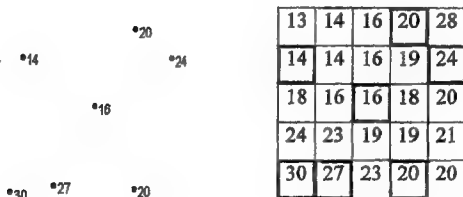
تتوزع مناسيب سطح الأرض في حالة العمل على نموذج البيانات النقطية Raster بشكل منتظم على الشبكة المدخلة بحيث تمثل كل خلية في الشبكة نقطة منسوب وتحمل كل خلية قيمة المنسوب الذي تمثله وتعرف الشبكة في هذه الحالة بنموذج المناسيب الرقمي Digital Elevation Model (DEM). أما في حالة العمل على نموذج البيانات الاتجاهية Vector فإن مناسيب سطح الأرض ستوزع بشكل غير منتظم تبعاً لمواقعها المحددة بالإحداثيات الأفقية السينية (X) والرأسية الصادية (Y)، ويتوافق مع هذا التوزيع جدول البيانات الوصفية لتلك البيانات الذي يعرف منسوب كل نقطة من تلك النقط بالقيمة (Z) أمام تعريفها الإحداثي (Y, X) وتعريفها الكودي (ID)، ويتم الربط بين نقط المناسيب المختلفة بخطوط لا تتقاطع فتصنع شبكة من المثلثات غير المتساوية (TIN) Triangulated Irregular Network تمثل نقط المناسيب رؤوس أضلاعها. شكل رقم (٥٣).

وأصبح متاحاً في برمجيات نظم المعلومات الجغرافية إنشاء كل من نموذجي (DEM)، (TIN)، والتحويل بينهما حسبما يفضل المستخدم تبعاً لما يناسب قاعدة بياناته الجغرافية الأساسية، وما يناسب أسلوب التحليل المستخدم، وما يناسب عمليات التقاطع والاتحاد والتطابق بين الطبقات المعلوماتية المستخدمة في مشروعه.

### نموذج شبكة المثلثات TIN



### نموذج المنسوب الرقمي DEM



شكل رقم (٥٣) نموذج المنسوب الرقمي DEM

وشبكة المثلثات TIN

ويمثل كلاً من نموذجي المناسيب TIN, DEM سطحاً غير حقيقي لما هو عليه سطح الأرض، فكل منهما يمثل مجموعة أو عينة من نقاط المناسيب التي لا تغطي سطح الأرض بأكمله فال فراغات بين نقاط المناسيب الموجودة بكل منهما يقوم البرنامج بإشتقاقها، ولهذا السبب كلما كان عدد نقاط المناسيب كبيراً ويغطي معظم سطح الأرض كلما كانت دقة الخرائط المخرجة كبيرة.

ولكل نموذج من نموذجي المناسيب الرقمية ما يجعله متفوقاً على الآخر في عملية التحليل، وتبعاً لذلك التباين يختار المستخدم النموذج المناسب للتحليل المطلوب، والسرعة المطلوبة، والدقة المطلوبة، والذاكرة المتاحة بالحاسب الآلى، ولأنواع المخرجات المطلوبة، ويتضح ذلك فيما يلي:

١ - عند استخدام نموذج TIN فإنه من الممكن أن يشمل نموذج المناسيب ظاهرات أخرى معرفة عليه مثل الطرق، مجارى المياه، خطوط الساحل، وغيرها، أما في حالة استخدام نموذج DEM فإن شبكة المناسيب تكون مخصصة لتوزيع المناسيب فقط، وكل خلية تمثل نقطة منسوب ولهذا لا يوجد مكان خالٍ عليها لتوقيع أى ظاهرات أخرى، فنموذج البيانات النقطية Raster الذى يبنى على أساسه نموذج المناسيب الرقمية DEM هو شبكة خلايا توضح ظاهرة واحدة فقط.

٢ - عند استخدام نموذج TIN فإنه من الممكن إدخال نقاط مناسيب جيدة على النموذج نفسه معرفة بمواقع إحداثية جديدة، أما نموذج DEM فلا يمكن إضافة نقاط مناسيب جديدة عليه، فجميع خلايا الشبكة مخصصة لنقط المناسيب، والطريقة الوحيدة لإضافة نقاط مناسيب جديدة هو زيادة دقة الشبكة بتصغير حجم الخلية فتتاح الفرصة لظهور خلايا جديدة تحمل نقاط مناسيب جديدة.

٣ - عند استخدام نموذج المناسيب TIN فإنه يمكن تصميم الشكل ثلاثي الأبعاد لتصاريص سطح الأرض، فأضلاع شبكة المثلثات التي تصل مناسيب سطح الأرض بالنموذج تكون أفضل في تعريف الشكل الثلاثي وتصميمه عن تعريفه باستخدام DEM.

٤ - تزداد فعالية الحاسب الآلى فى إجراء عمليات تحليل تصاريص سطح الأرض وتوليف خطوط الكنتور وحساب الانحدار واتجاهه بشكل أسهل وأسرع عند استخدام نموذج المناسيب الرقمية DEM، وذلك لسهولة إجراء عمليات التجاور بين الخلايا والربط بين شبكات الخرائط المتماثلة، أما عند استخدام نموذج TIN فيزداد الحمل الحاسبى الجيومترى كلما زادت عدد المثلثات ويكون ذلك على حساب الوقت والتكلفة.

#### أساليب التحليل الطبوغرافى:

تتضمن أدوات التحليل المكاني Spatial Analysis العديد من أساليب تحليل سطح الأرض والتعرف على نظامه، وتتضمن معظم برمجيات نظم المعلومات الجغرافية العديد من أدوات تحليل سطح الأرض اعتماداً على نموذج المناسيب الرقمية. وهو الملف الأساسى الذى يستخدم فى تنفيذ أساليب التحليل الطبوغرافى مثل تصميم الخرائط الكنتورية، القطاعات الرأسية لتمييز الظاهرات التضاريسية، خرائط إنحدار سطح الأرض، خرائط اتجاه الإنحدار لتمييز التدرج فى السطح واتجاهه، خرائط ظلال سطح الأرض لتمييز توزيع الإضاءة على السطح، خرائط رؤية مظاهر سطح الأرض لتمييز أى من مظاهر السطح يمكن رؤيته من نقطة معينة. وهو ما سوف نتناوله بالتفصيل على النحو التالى:

## ١ - إنتاج الخرائط الكنتورية Contour Maps.

وهي أهم الطرق شيوعاً في تمثيل ظاهرات سطح الأرض، وهي تصمم باعتبارها خطوط Polylines تصل بين نقاط لها قيم مناسبة متساوية، ويمكن تمييز مظاهر سطح الأرض بواسطة متابعة التغير في قيم الخطوط وتباعدها وتقاربها وتعرجها عبر السطح. فيمكن أن نميز بين المناطق الوعرة المنخفضة والمناطق المبتسطة، وبين الحافات المرتفعة والأودية المنخفضة، وبين الانحدارات الشديدة والخفيفة، فضلاً عن تمييز أنواع أشكال سطح الأرض.

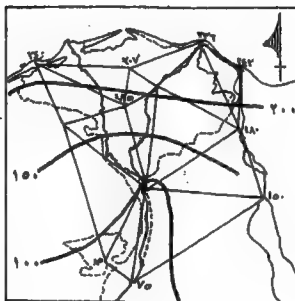
يتم تصميم خطوط الكنتور من خلال شبكة المناسب المنخلة Input Surface وفقاً لمتطلبات أساسية يحددها المستخدم، وسوف يعتمد مظهر الخريطة الكنتورية المخرجة Output Surface على تلك المتطلبات وهي كالآتي:

١ - المدى في الارتفاع Height Range، وهو الفارق بين أعلى قيمة منسوب وأقل قيمة، فبناءً عليه سيتم تحديد عدد خطوط الكنتور التي سوف تظهر على الخريطة.

٢ - الفاصل الرأسى Contour Interval، ويعنى المسافة الرأسية بين كل خط كنتور وآخر، وهو فارق الارتفاع أو الإنخفاض في منسوب سطح الأرض بين خطي كنتور متتاليين، فعلى سبيل المثال عند تحديد قيمة الفاصل الرأسى عشرة أمتار فهذا يعنى أنه سوف يتم تصميم خطوط الكنتور بفارق منسوب بين كل خط والذي يليه يبلغ عشرة أمتار.

٣ - خط الكنتور الأساسى Base Contour، وهو الخط الأساسى الذى سيبدأ منه البرنامج في تصميم خط الكنتور، وغالباً ما يكون خط الكنتور الذى يحمل قيمة صفر (خط الساحل) أو للخط الذى يرغب المستخدم فى البدء منه ويحدده بقيمة منسوب معينة.

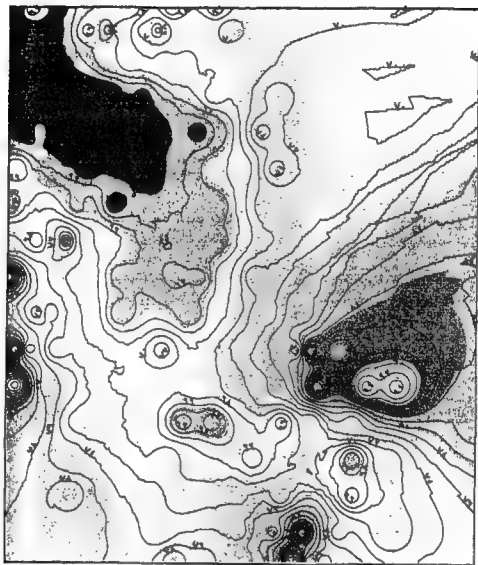
وتبعاً لتلك الضوابط المذكورة يقوم البرنامج بتوليف خطوط الكنتور بواسطة اشتقاق خط الكنتور الذى يتقاطع مع شبكة الخلايا فى نموذج DEM أو مع أضلاع المثلثات فى نموذج TIN - شكل رقم (٥٤).



شكل رقم (٥٤) اشتقاق خطوط الكنتور

من شبكة المثلثات TIN

وسوف تكون النتيجة النهائية خريطة جديدة مخرجة موضح عليها خطوط الكنتور، ومن الممكن أن يتم تعديل مظاهرها الرسومية مثل تغيير خصائص عرض الخطوط من حيث السمك والشكل واللون، وكذلك تغيير خصائص الأرقام والألوان والمفتاح وغيرها من العناصر الرسومية للخريطة (شكل رقم ٥٥)، وللخريطة الكنتورية أهمية كبيرة لأى دراسة جغرافية حيث



شكل رقم (٥٥) الخريطة الكنتورية لوادي الخروية

ضربي مدينة مرسى مطروح

تستخدم في تمييز التغير في مناسيب السطح، وتميز ظاهرات سطح الأرض وتفسير خصائصها التضاريسية، وهي خريطة الأساس للدراسات الجيولوجية والهيدرولوجية ومد الشبكات بأنواعها.

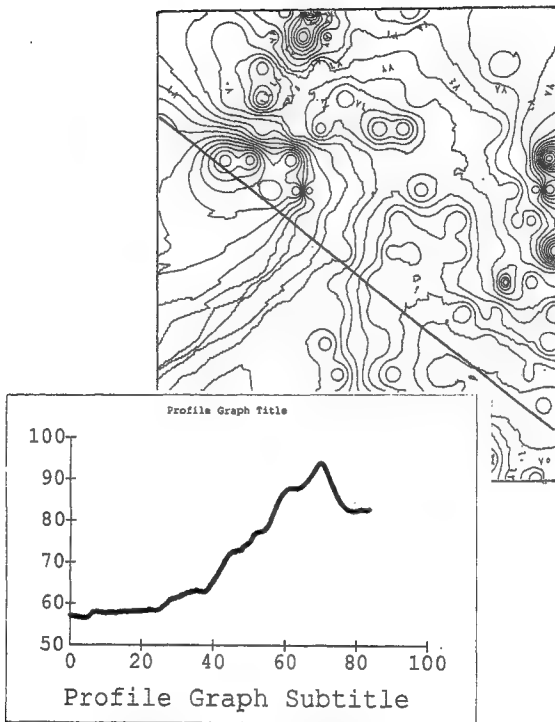
## ٢ - المقطع التضاريسي الرأسي Vertical Profile

ويوضح التغير في مناسيب سطح الأرض على امتداد خط معين، مثل طريق، أو مجرى مائي، أو حد سياسي، أو على امتداد اتجاه معين يحدده المستخدم بما يتناسب مع هدف دراسته، ويقوم المستخدم بتحديد خط القطاع سواء كان مظهراً خطياً أو امتداداً وهمياً على الخريطة الكتورية المخرجة، واعتماداً على تقاطع خطوط الكتور بالخريطة مع خط القطاع الذي يحدده المستخدم وتسجيل المنسوب عند كل نقطة تقاطع، يتم رسم القطاع الرأسي بواسطة توصيل نقط المناسيب التي يتقاطع عندها خطوط الكتور مع خط القطاع في رسم بياني له محورين الأول أفقي يمثل المسافات بين خطوط الكتور، والآخر رأسي يمثل قيم المناسيب. ويمكن رسم القطاع آلياً باستخدام أحد نموذجي البيانات الرقمية للمناسيب DEM أو TIN - شكل رقم (٥٦)، ويستفاد منه في متابعة التغير في مناسيب سطح الأرض وأشكال تضاريسه على طول القطاع.

## ٣ - تحليل إنحدار سطح الأرض The Slope

وهو أحد المقاييس المستخدمة في تحليل الخريطة الكتورية ويستخدم في قياس معدل التغير في مناسيب سطح الأرض على امتداد طولى محدد ويعني آخر قياس معدل التغير في مناسيب سطح الأرض بين كل خلية وأخرى في نموذج DEM، أو بين رأس مثلث وآخر في نموذج TIN، ويتم حسابه عن طريق تحديد زاوية الانحدار المحصورة بين المستوى الأفقي، والمستوى المائل لسطح الأرض الذي يمكن تخيله على هيئة مثلث قائم



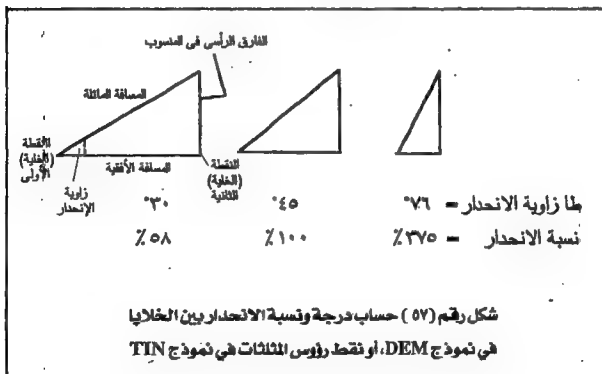


شكل رقم (٥٦) رسم القطاع التضاريسي الرأسى من الخريطة الكنتورية

الزاوية تمثل قاعدته المستوى الأفقى لسطح الأرض، ويمثل وتره المستوى المائل لسطح الأرض، ويمثل عموده المستوى الرأسى الذى يلتقيان عنده فى نهاية المسافة المائلة المطلوب حساب الانحدار عليها وهو يعبر عن الفارق فى المنسوب بين نقطة بداية المسافة ونهايتها، ويتم حساب الانحدار على طول امتداد المسافة المائلة المحددة إما على هيئة زاوية بالدرجات بقياس الزاوية المحصورة بين المستوى الأفقى (المسافة الأفقية) والمستوى المائل لسطح الأرض، أو على هيئة نسبة مئوية بحساب النسبة المئوية بين المسافة الأفقية والفارق الرأسى فى المنسوب وبالمطريقة الموضحة بالشكل رقم (٥٧) على النحو التالى:

$$\text{طا زاوية الانحدار} = \frac{\text{فرق المنسوب}}{\text{المسافة الأفقية}}$$

$$\text{نسبة الانحدار} = \frac{\text{فرق المنسوب}}{\text{المسافة الأفقية}} \times 100$$



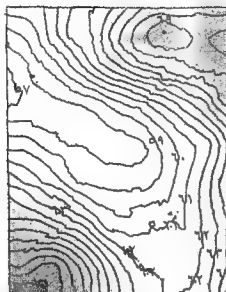
وعلى سبيل المثال تعنى نسبة الانحدار ٥٨٪ أنه كلما قطعنا مسافة مائلة يبلغ منظورها الأفقى مائة وحدة طولية (١٠٠ متراً مثلاً) كلما ارتفع منسوب سطح الأرض ٥٨ متراً وكانت الزاوية بين المسافة المائلة ومنظورها الأفقى ٣٠ درجة، وتعنى نسبة الانحدار ١٠٠٪ أنه كلما قطعنا مسافة مائلة يبلغ منظورها الأفقى مائة متراً كلما ارتفع منسوب سطح الأرض ١٠٠ متراً وكانت الزاوية بين المسافة المائلة ومنظورها الأفقى ٤٥ درجة، وتعنى نسبة الانحدار ٣٧٥٪ أنه كلما قطعنا مسافة مائلة يبلغ منظورها الأفقى مائة متراً كلما ارتفع منسوب سطح الأرض ٣٧٥ متراً وكانت الزاوية بين المسافة المائلة ومنظورها الأفقى ٧٦°.

وتكون المحصلة النهائية لعملية تحليل انحدار سطح الأرض هي استخراج خريطة جديدة تحمل خلاياها قيم الانحدار بين كل خلية والخلية المجاورة لها فى حالة نموذج DEM، أو يحمل جدول بياناتها الوصفية قيم الانحدار بين كل نقطة معرفة وأخرى، ويتم التحكم فى عرضها بالدرجات أو بالنسبة المئوية، وتقسمها إلى فئات تتوزع على أساسها درجة الانحدار أو نسبها على نطاقات الخريطة - شكل رقم (٥٨).

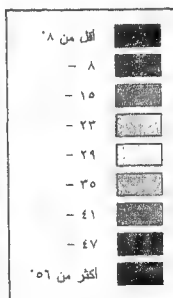
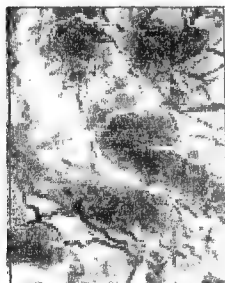
ويستفاد من خريطة إنحدار سطح الأرض فى مد الشبكات وتحديد النطاقات الأنسب لإمتدادها تبعاً لدرجة الانحدار المناسبة لها، كما يستفاد منها فى تحديد المسافات الحقيقية بين الظاهرات الموضعية، وإدارة المخاطر الطبيعية المرتبطة بها مثل جرف التربة، والانزلاق الأرضى، الفيضانات.

#### ٤ - تحليل إتجاه الإنحدار Aspect:

وهى أحد المقاييس الهامة الذى يستخدم فى تحديد اتجاه أعلى معدل تغير فى إنحدار سطح الأرض (من أعلى إلى أسفل) بالنسبة لاتجاه الشمال، وتكون الخريطة المنخلة هى شبكة للمناسيب DEM أو شبكة للمناسيب المثلثية



الخريطة الكنتورية (الخريطة المدخلة)



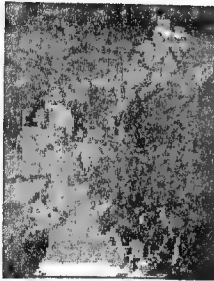
خريطة درجة الانحدار (الخريطة المخرجة)

شكل رقم (٥٨) استخراج خريطة درجة الانحدار  
من الخريطة الكنتورية

TIN ويتم حساب اتجاه الانحدار من خلية إلى أخرى في شبكة DEM أو من نقطة إلى أخرى في شبكة المثلثات TIN، وتحمل الشبكة المخرجة DEM قيماً جديدة تعبر عن اتجاه انحدار سطح الأرض بالنسبة لاتجاه الشمال، وكذلك جدول البيانات الوصفية المتوافق مع شبكة TIN، فعلى سبيل المثال إذا كانت قيمة الخلية في الشبكة المخرجة DEM تعادل ٩٠ درجة فهذا يعنى أن اتجاه أعلى معدل انحدار لسطح الأرض يكون جهة الشرق وبمعنى آخر فإن خط السير لأسفل المنحدر سوف يكون في اتجاه الشرق، وإذا كانت تعادل ١٨٠ درجة فمعنى أن اتجاه أعلى معدل انحدار لسطح الأرض يكون جهة الجنوب، وهكذا بالنسبة لقيم اتجاه الانحدار التي تتراوح بين صفر، ٣٦٠ درجة - شكل رقم (٥٩) .

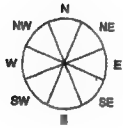
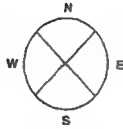
أما في حالة ما إذا كان سطح الأرض أفقياً وغير منحدر فلن يكون له اتجاه للانحدار وفي هذه الحالة تأخذ قيم الخلايا في شبكة DEM، أو نقط المثلثات في شبكة TIN القيمة (-١) .

ومن أهم التطبيقات لخريطة اتجاه الانحدار حساب الإضاءة الشمسية لكل موقع في منطقة الدراسة وربطها بتدوع الحياة النباتية والحيوانية به، فعلى سبيل المثال الخلايا التي يبلغ فيها اتجاه الانحدار ٩٠ درجة تعنى أنها سوف تستقبل أشعة الشمس مباشرة خلال وقت شروق الشمس، وسيقل الإشعاع الشمسي المباشر عليها تدريجياً بالاقتراب من فترة الزوال، ثم ينعدم الإشعاع الشمسي المباشر عليها بعد فترة الزوال وحتى غروب الشمس، وعند البحث عن المناطق المسطحة التي تصلح لعمل مطارات الطوارئ في المناطق الجبلية، أو محطات تجمع المركبات في نطاقات التخديم أو نطاقات ممارسة الرياضات الجبلية كالترحلق والتسلق، وفي النطاقات التي تتساقط عليها الثلوج وتتراكم على منحدرات الجبال، فإن معرفة اتجاه الانحدار سيوفر



شكل رقم ( ٥٩ ) خريطة اتجاهات انحدار سطح الأرض .

Aspect



شكل رقم (٦٠) اتجاهات انحدار سطح الأرض  
تبعاً لاتجاهات البوصلة

معلومات عن اتجاه إنحداف مياه الثلوج الذائبة، وما تجرّفه معها من إرسابات  
فيمكن تجنب بناء المباني والمنشآت في هذه المسارات، وفي نطاقات  
ممارسة رياضة التزلج يكون من المفيد معرفة اتجاه الانحدارات الأنسب  
لمزاولة التزلج واتجاه نهاية المسار، وكذلك في إدارة المخاطر الطبيعية  
التي يسببها جرف التربة، والانزلاق الأرضي والفيضانات.

#### ٥ - تحليل ظلال سطح الأرض Hill Shading.

وهو تحليل يتناول العلاقة بين مظاهر سطح الأرض وضوء الشمس  
الساقط عليها، فينتج شكلاً يمدنا بإحساس التضرس أو كيف يبدو المظهر  
التضاريسي في ضوء الشمس، وبالتالي فالمنحدر الذي يواجه الضوء الآتي  
من الشمس سوف يكون ساطعاً وضوءاً، والمنحدر الموجود عكس الضوء  
سيكون معتماً مظلاماً، وسوف يبدو شكل سطح الأرض متدرج الظلال بين  
اللون الأبيض واللون الأسود (درجات اللون الرمادي) بقيم رقمية Digital  
Values تتراوح بين صفر، ٢٥٥ - شكل رقم (٦١).

ويعتمد إنتاج شكل ظلال سطح الأرض على أربعة عناصر أساسية تحدد  
كيف يبدو المظهر التضاريسي، الأول : هو اتجاه الأشعة الآتية من الشمس  
Azimuth ويتحدد ذلك تبعاً لاتجاهات البوصلة بين صفر، ٣٦٠°، والثاني :  
هو زاوية ارتفاع الشمس عند خط الأفق Altitude ويتحدد بين صفر، ٩٠°،  
والثالث : درجة الانحدار وتتراوح بين صفر، ٩٠°، والرابع : اتجاه الانحدار  
وتتراوح بين صفر، ٣٦٠°. وحساب العناصر الأربعة يمكن حساب قيمة  
الإشعاع النسبي بكل خلية في شبكة المناسب DEM، أو في شبكة المثلثات  
TIN. وتستخدم الصيغة التالية في حساب الإشعاع النسبي لكل خلية في  
DEM أو نقطة في TIN :





Hillshade  
Value

High : ٧٥٤

Low : ٠



شكل رقم (٦١) شكل ظلال سطح الأرض عندما يبلغ اتجاه الإشعاع الشمسي ٣١٥°،  
وزاوية ارتفاع الشمس عن خط الأفق ٤٥°

$$R = \text{جتا } (A) - \text{جتا } H + \text{جتا } H + \text{جتا } H$$

حيث :

$R$  = قيمة الإشعاع النسبي

$A$  = اتجاه الانحدار

$H$  = اتجاه الإشعاع الشمسي

$H$  = درجة الانحدار

$H$  = زاوية ارتفاع الشمس عن خط الأفق

وتتراوح قيمة الإشعاع النسبي ( $R$ ) بين صفر، ١، ويمكن تحويل قيمة الإشعاع النسبي إلى قيمة مطلقة تعبر عن قيمة درجة الإضاءة بضرب قيمة ( $R$ )  $\times 250$ ، فإذا كان الناتج ٢٥٥ يعني أن درجة الإضاءة للخلية أو النقطة هي اللون الأبيض، وإذا كان الناتج صفر دل ذلك على أن درجة الإضاءة اللون الأسود، والأرقام المحصورة بينهما تدل على درجة الظل للون الرمادي<sup>(١)</sup>.

وتساعد أشكال ظلال سطح الأرض في تمييز ظاهرات سطح الأرض، وتشكل مصدراً ومرجعاً لخرائط التضاريس والخرائط الموضوعية، ويمكن إنتاج مجموعة أشكال لمنطقة واحدة بفارق زمني محدد خلال فترة النهار لتحديد أفضل نطاق منحدر مضاء لها.

---

(1) Chang, K., op. cit., p. 251.

## ٦ - تحليل رؤية سطح الأرض Visibility Analysis ،

ويستخدم في تعريف المساحات التضاريسية من سطح الأرض التي يمكن أن ترى من نقطة أو نقط محددة تسمى نقط الملاحظة Observation Points، ويعتمد تحديد المساحات الممكن رؤيتها على موقع الملاحظة أو موقع الرصد، وإتجاه خط (شعاع) النظر (الرصد)، فكلما كان موقع الملاحظة مرتفعاً كلما زادت مساحة الرؤية، وكلما كانت الظاهرات الممتدة على طول خط النظر أقل منه في الارتفاع أمكن رؤيتها، أما إذا كانت أكثر ارتفاعاً منه فسوف تعترضه وتخفي وراءها الظاهرات الأقل ارتفاعاً.

ويعتمد عمل تحليل الرؤية على خريطة المناسب سواء كانت DEM أو TIN، وخريطة نقطة أو نقط الملاحظة، ومن خلال هاتين الطبقتين يمكن للبرنامج أن يحدد الخلايا في نموذج DEM أو النقط في نموذج TIN التي يمكن رؤيتها من الخلية (النقطة) أو الخلايا (النقط) التي تمثل نقط الملاحظة أو الرصد. وتأخذ الخلايا أو النقط التي يمكن رؤيتها القيمة (١)، وتأخذ الخلايا أو النقط التي لا يمكن رؤيتها القيمة (صفر)، وبالتالي فإن الخريطة المخرجة مكونة من عنصرين فقط، الأول : المناطق الممكن رؤيتها من موقع الرصد، والثاني : المناطق التي ينعذر رؤيتها - شكل رقم (٦٢) .

وتعتمد دقة تحليل الرؤية على دقة بيانات المناسب المدخلة بنموذج البيانات الرقمية DEM، أو بيانات الشبكة المثلثية TIN، فكلما زادت دقة كل منهما زادت دقة التحليل، وبالتالي دقة الخريطة المخرجة .

ويستفاد من تحليل رؤية سطح الأرض في أعمال المراقبة في نطاقات الغابات لحمايتها من اشتعال الحرائق وقطع الأشجار، والمنتجعات الجبلية



شكل رقم (٦٢) تحليل رؤية سطح الأرض

والمحميات الطبيعية، وحدائق الحيوان المفتوحة، والنطاقات السياحية، واختيار أنسب المواقع لوضع أبراج الاتصالات، وأبراج تقوية إرسال الإذاعة والتليفزيون، وأطباق استقبال الأقمار الاصطناعية، والمراسد الفلكية.

#### ٧ - التحليل ثلاثي الأبعاد 3D Analysis،

وهو منظور افتراضى مجسم لسطح الأرض تبدو فيه تضاريس سطح الأرض قريبة من هيئتها الحقيقية، ويستخدم فى إنتاجه نموذج المناسيب الرقمية DEM أو نموذج الشبكة المثلثية TIN، وبعد الأخير الأنسب فى ذلك، ولذلك يمكن فى حالة الاعتماد على نموذج DEM تحويله إلى نموذج TIN ثم العمل عليه لإنتاج الشكل المجسم.

وتتحكم أربعة عناصر أساسية فى ضبط الشكل ثلاثى الأبعاد لسطح الأرض وتصميمه، وهى كالاتى:

#### ١ - اتجاه الرؤية Viewing Azimuth،

وهى اتجاه الرؤية من موقع الرؤية إلى سطح الأرض، وهو يتراوح بين صفر،  $360^\circ$  فى اتجاه عقرب الساعة.

#### ٢ - زاوية الرؤية Viewing Angle،

وهى زاوية ارتفاع خط النظر أو الرؤية عن خط الأفق، وهى تتراوح بين صفر،  $90^\circ$ ، فعلى سبيل المثال إذا بلغت الزاوية  $90^\circ$  فهذا يعنى أن الملاحظ يقف فوق سطح الأرض تماماً (كأنه ينظر عليه من نافذة الطائرة)، وإذا بلغت الزاوية صفر فهذا يعنى أن الملاحظ يقف أمام سطح الأرض مباشرة.

## ٢ - مسافة الرؤية Viewing Distance ،

وهى المسافة بين الملاحظ وسطح الأرض، وتتحكم هذه المسافة فى تحديد القرب أو البعد من سطح الأرض، وبالتالي تكبير أو تصغير السطح.

### ٤ - مقياس المبالغة Z - Scale ،

وهو النسبة بين المقياس الرأسى (فرق المنسوب) والمقياس الأفقى (المسافة الأفقية) ويسمى أيضاً نسبة المبالغة، وكلما زادت النسبة بينهما كلما اقترب الشكل من المظهر الحقيقى له على الطبيعة.

ويسهل النموذج ثلاثى الأبعاد على الدارس التعرف على مظاهر سطح الأرض من زوايا مختلفة ومسافات مختلفة مما يوفر قدرة أكبر فى فحص وتفسير للظاهرة وأشكالها من زوايا مختلفة فيسهل الربط بينها وبين ما حولها من ظاهرات.

### الخلاصة،

١ - تعد بيانات تضريس سطح الأرض أساسية عدد دراسة الشبكات بأنواعها، وفى الدراسات التعدينية، والجيومورفولوجية، والأنشطة البشرية، والنبات الطبيعى والتربة، وخدمات الأمن والحراسة، ورصد الأخطار الطبيعية، وفى الدراسات المباحية التطبيقية.

٢ - توفر هيئات المساحة المدنية والعسكرية والجيولوجية، وهيئات الاستشعار من بعد نماذج البيانات الرقمية فى ملفات متوافقة مع نظم المعلومات الجغرافية، موزعة إما على نماذج بيانات نقطية Raster، أو نماذج بيانات اتجاهية Vector .

- ٣ - يمثل كل من نموذج المناسيب الرقمية (DEM)، وشبكة المثلثات غير المنتظمة (TIN) البيانات الأساسية لأساليب التحليل الطبوغرافى، ولكل منهما أسلوبه المستقل فى استخراج البيانات الدهائية، ولكل منهما إيجابياته وسلباته فى عملية التحليل، ومن الممكن التحويل بينهما.
- ٤ - يعد إنتاج الخرائط الكتورية من أهم أساليب التحليل الطبوغرافى لتمثيل ظاهرات سطح الأرض وتحليل نظامها، وهى من أهم البيانات التضاريسية لأى دراسة جغرافية.
- ٥ - يشتق القطاع التضاريسى الرأسى من الخريطة الكتورية على امتداد ظاهرة خطية، أو اتجاه معين، ويستخدم فى متابعة التغير فى مناسيب سطح الأرض وأشكاله التضاريسية على طول القطاع.
- ٦ - يعد تحليل انحدار سطح الأرض أحد المقاييس المستخدمة فى تحليل التدرج فى تضاريس سطح الأرض، وتحديد درجة انحدار السطح، ويستفاد بها فى أنشطة مد للشبكات، وإدارة المخاطر الطبيعية، وتحديد المسافات الحقيقية بين الظاهرات الموضعية.
- ٧ - يعد تحليل اتجاه انحدار سطح الأرض أحد المقاييس الهامة جداً المستخدمة فى تحليل تضاريس سطح الأرض، ويستفاد به فى تحديد امكانيات التنوع الحيوى، وتحديد مواقع المطارات ومحطات تجمع المركبات، وفى ممارسة الرياضات الجبلية، وإدارة المخاطر الطبيعية.
- ٨ - يعد تحليل ظلال سطح الأرض من المقاييس التى تنتج شكلاً رسمياً طبيعياً لسطح الأرض أثناء فترات النهار، يمثل خلفية ومصدر لخرائط التضاريس والخرائط الموضوعية.

٩ - يستخدم تحليل رؤية سطح الأرض في أعمال المراقبة، واختيار أنسب المواقع لأبراج الاتصالات، والمراسد الفلكية.

١٠ - يشكل التحليل ثلاثي الأبعاد منظوراً افتراضياً مجسماً لسطح الأرض تبدو فيه تضاريس سطح الأرض قريبة من هيئتها الحقيقية مما يسهل على الدارس التعرف على مظاهر سطح الأرض من زوايا مختلفة ومسافات مختلفة.

ملحق رقم (٩)

إنشاء خريطة كنتورية:

الملف المطلوب : ملف شبكة مناسيب DEM أو TIN

خطوات التنفيذ:

١ - افتح Arc Map ، ثم انقر قائمة التحليل المكانية Spatial Analyst ثم

إختر منها Contour سيظهر مربع حوار Contour .

٢ - اكتب اسم ملف شبكة المناسيب في خانة Input Surface .

٣ - جدد في خانة Contour Dification ، الفاصل الكنتوري Contour

Interval ، وخط الكنتور الأساس Base Contour .

٤ - اكتب اسم الملف الجديد للخريطة المخرجة ومساره في خانة

Output Features .

٥ - انقر OK ستظهر الخريطة الكنتورية في النافذة، ويحدد اسمها في

جدول المحتويات على يسار النافذة .

٦ - انقر بزر الفأرة الأيمن على ملف الخريطة الكنتورية بجدول

المحتويات تظهر قائمة اختر منها Label Features ، سوف تظهر

على الخريطة قيم خطوط الكنتور .



ملحق رقم (١٠)،

إنشاء القطاع التضاريسي الرأسي؛

الملف المطلوب : ملف خريطة ككتورية

خطوات التنفيذ:

١ - افتح Arc Map، ثم أنقر قائمة أدوات Tools، ثم اختر توسعة Extensions، سيظهر مربع حوار لها ثم قم بالتأشير على أداة التحليل ثلاثي الأبعاد 3D Analyst.

٢ - افتح قائمة عرض View ثم اختر شرائط الأدوات Toolbars ثم قم بالتأشير على 3D Analyst، سوف يظهر شريط أدوات 3D Analyst.

٣ - أضف الخريطة الككتورية على نافذة Arc Map، ثم نشط طبقتها فتظهر على النافذة.

٤ - أنقر مفتاح تحديد خط القطاع Interpote Line الموجود في شريط أدوات 3D Analyst.

٥ - سيتحول مؤشر الفأرة إلى مؤشر (+) وقم بتحديد النقطة الأولى للخط بالنقر ثم النقطة أو النقط الأخرى لخط القطاع. وعند الإنتهاء انقر مرتين لتحرر مؤشر تحديد خط القطاع.

٦ - انقر مفتاح عمل القطاع الرأسي Create Profile Graph الموجود في شريط أدوات 3D Analyst، سيظهر القطاع التضاريسي مرسوماً في نافذة خاصة به Profile Graph Title.

٧ - انقر بزر الفأرة الأيمن على شريط عنوان Profile Graph Title  
ستظهر قائمة لتحرير الشكل، اختر خصائص Properties  
سيظهر مربع حوار خصائص لتحديد خصائص الشكل من حيث  
العنوان، العنوان النوعي، المفتاح، والعناصر الأخرى.

ملحق رقم (١١):

إنشاء خريطة الانحدار لسطح الأرض:

الملف المطلوب : ملف شبكة مناسيب

خطوات التنفيذ:

١ - اختر الانحدار Slope من قائمة Surface Analysis من القائمة  
المنسدلة للتحليل المكاني Spatial Analyst.

٢ - يظهر مربع حوار Slope، اكتب اسم ملف شبكة المناسيب في خانة  
Input Surface، وحدد نوع قياس الانحدار بالدرجة أو بالنسبة  
المئوية أمام Output Measurement، وحجم الخلية في خانة  
Output Cell Size، واسم وامتداد الملف الجديد في خانة Output  
Raster، ثم انقر OK، ستظهر خريطة الانحدار في النافذة ويظهر  
مفتاح فئات درجات الانحدار في جدول المحتويات على يسار  
النافذة.

٣ - لتعديل قيم فئات الانحدار، قم بالتأشير على اسم الطبقة في جدول المحتويات، ثم اختر خصائص Properties، سيظهر مربع حوار خصائص، اختر علامة تبويب ترميز Symbology، وانقر مفتاح تصنيف Classify يظهر مربع حوار Classification.

٤ - حدد عدد الفئات الجديد، ويمكنك تحديد قيم الانحدار بنفسك بكتابتها في خانة Break Values واحدة تلو الأخرى بالنقر على الرقم المكتوب وإعادة كتابة الرقم الذي ترغب فيه. ثم انقر OK، ثم Apply، ثم OK، فتظهر الطبقة الجديدة للانحدار بالفئات والتصنيف الجديد.

ملحق رقم (١٢):

إنشاء خريطة اتجاه الانحدار سطح الأرض:

الملف المطلوب : ملف شبكة مناسب

خطوات التنفيذ:

١ - اختر اتجاه الانحدار Aspect من قائمة Surface Analysis من

القائمة المنسدلة لأداة التحليل المكاني Spatial Analyst.

٢ - يظهر مربع حوار Aspect حدد فيه اسم ملف المناسب في خانة

Input Surface، وحجم الخلية Output Cell Size واسم الملف

الجديد في خانة Output Raster، ثم انقر OK.

٣ - ستظهر خريطة اتجاه الانحدار ويظهر مفتاحها في جدول

المحتويات ومحدد عليها فئات اتجاه الانحدار الثمانية بالإضافة  
للنطاقات المسطحة .

٤ - يمكن تغيير الفئات بإعادة تصنيفها من فتح خصائص الطبقة  
واختيار Classify، ويتم إدخال عددا للفئات الجديد والقيم المرغوب  
فيها لكل منها تحت خانة Break Values .

ملحق رقم (١٣) :

إنشاء خريطة ظلال سطح الأرض :

الملف المطلوب : ملف شبكة مناسيب

خطوات التنفيذ :

١ - اختر ظلال سطح الأرض Hillshade من قائمة Surface Analysis

من القائمة المنسدلة لأداة التحليل المكانية Spatial Analyst .

٢ - يظهر مربع حوار Hillshade، حدد فيه اسم ملف المناسيب في

خانة Input Surface، واتجاه الإشعاع الشمسي بالدرجات في خانة

Azimuth، وزاوية ارتفاع الشمس على خط الأفق في خانة

Attitude، وحجم الخلية Output Cell Size، واسم الملف الجديد

Output Raster، ثم انقر OK .

٣ - تظهر خريطة ظلال سطح الأرض، ويمكن تغيير خصائصها

بتعديل اتجاه الإشعاع الشمسي، وزاوية ارتفاع الشمس عن خط

الأفق بالنقر على الخريطة بزر الفأرة الأيمن، واختيار خصائص

Properties، ثم اختيار علامة تبويب Illumination وتحديد كل

منهما .

ملحق رقم (١٤):

إنشاء خريطة رؤية سطح الأرض:

الملفات المطلوبة : ١ - ملف شبكة مناسب

٢ - ملف نقطة أو نقط الملاحظة (نقطتان مثلاً)

خطوات التنفيذ:

١ - اختر رؤية سطح الأرض Viewshed من قائمة Surface Analysis  
من القائمة المنسدلة لأداة Spatial Analyst .

٢ - يظهر مربع حوار Viewshed، حدد اسم ملف شبكة المناسب في  
خانة Input Surface، ثم اسم ملف نقطة أو نقط الملاحظة في خانة  
Observer Points، ثم حدد حجم للخلية واسم الملف الجديد.

٣ - ستظهر خريطة رؤية سطح الأرض على الشاشة، ويوضح مفتاح  
طبقتها في جدول المحتويات إلى فئتين فقط، الأولى المساحات غير  
المرئية Not Visible، والثانية المساحات المرئية Visible .

٤ - انقر بزر الفأرة الأيمن على طبقة رؤية سطح الأرض بجدول  
المحتويات، ثم اختر خصائص Properties، ثم اختر علامة تبويب  
ترميز Sympology واختر Unique Values من خانة Show .

٥ - انقر علامة تبويب Display واكتب ٥٠ في خانة Transparent ثم  
انقر OK .

٦ - سيظهر مفتاح الطبقة بشكل جديد بثلاث فئات فقط، الفئة الأولى  
وتأخذ القيمة (صفر) وتعني مساحات (خلايا) غير مرئية، والفئة

الثانية وتأخذ القيمة (١) وتعطى مساحات يمكن رؤيتها من نقطة واحدة، والفئة الثالثة وتأخذ القيمة (٢) وتعطى مساحات يمكن رؤيتها من النقطتين.

٧ - انقر بزر الفأرة الأيمن على اسم الطبقة واختر افتح جدول البيانات Open Attribute Table سيظهر جدول بيانات موضح عليه عدد خلايا الشبكة الجديدة موزعة على كل فئة من الفئات الثلاثة.

ملحق رقم (١٥):

بناء نموذج شبكة المناسيب الثلاثية TIN:

الملفات المطلوبة : ١ - ملف شبكة مناسيب

٢ - ملف شبكة الطرق

خطوات التنفيذ:

١ - اختر أمر Convert من القائمة المنسدلة لأداة التحليل ثلاثي الأبعاد 3D Analyst، ثم اختر أمر Raster to TIN.

٢ - يظهر مربع حوار Convert Raster to TIN، حدد فيه اسم ملف شبكة المناسيب في خانة Input Raster، ثم حدد القيمة ١٠ أمام خانة Z-Tolerance، وحدد اسم الملف الجديد ثم انقر OK.

٣ - يظهر نموذج TIN موقعاً على نافذة البرنامج، ومحدد فئات المناسيب في جدول المحتويات.

٤ - لإضافة ظاهرات أخرى للنموذج TIN افتح القائمة المنسدلة لأداة

التحليل ثلاثى الأبعاد 3D Analyst ، ثم اختر Creat / Modify  
TIN، ثم اختر منها Add Features to TIN .

٥ - يظهر مربع حوار Add Features to TIN حدد فيه اسم الملف الذى  
يحمل نموذج TIN فى خانة Input TIN ، ثم حدد الطبقات  
المطلوب إضافتها للملف فى خانة Layers، ثم أدخل None فى خانة  
Height Source، وأدخل Hard Line فى خانة Triangulate as ،  
وانقر OK .

٦ - يظهر نموذج TIN وموضح عليه شبكة الطرق - شكل رقم (٦٣) .



### Legend

#### Edge type

Soft Edge ———

Hard Edge ———

#### المسبوب بالمتن Elevation

٥٧,٥٣٥ - ٥١,٥٠٧

٥١,٥٠٧ - ٤٥,٤٧٨

٤٥,٤٧٨ - ٣٩,٤٥٠

٣٩,٤٥٠ - ٣٣,٤٢٢

٣٣,٤٢٢ - ٢٧,٣٩٣

٢٧,٣٩٣ - ٢١,٣٦٥

٢١,٣٦٥ - ١٥,٣٣٦

١٥,٣٣٦ - ٩,٣٠٨

٩,٣٠٨ - ٣,٢٧٩

شكل رقم (٦٣) نموذج شبكة المناسيب المثلثية TIN

موقع عليه الطرق الرئيسية



## التوليف المكاني Spatial Interpolation

- مقدمة
- عناصر التوليف المكاني
- طرق التوليف المكاني
- أولاً : طريقة التوليف الخطي
- ثانياً : طريقة مضاعفات ثيسن
- ثالثاً : طريقة مقلوب المسافة الموزونة
- رابعاً : طريقة الشرائح
- خامساً : طريقة كريجنج
- الخلاصة
- الملاحق



## مقدمة:

يعد التوليف المكانى أحد أساليب إشتقاق وتقدير قيم الظاهرة الموزعة فى نطاق أرضى معين إعتياداً على مجموعة أخرى من قيم الظاهرة نفسها المرصودة حقيقياً، ثم يتم بعد الإنتهاء من عملية التوليف رسم خطوط تساوى تشبه ما تم تنفيذه عند رسم خطوط المناسيب المتساوية (خطوط الكنتور) فى الفصل الخامس، فتكون الخريطة النهائية خريطة خطوط التساوى التى تعبر عن التوزيع الجغرافى للظاهرة المدروسة على سطح الأرض.

ويعرف التوزيع الناتج من عملية التوليف أو الإشتقاق بالسطح الإحصائى، لأن عملية التوليف تعتمد على طرق تستخدم أساليب إحصائية وحسابية فى التقدير، وتستخدم عمليات التوليف فى رسم خطوط الحرارة المتساوية Isotherm، خطوط الضغط المتساوى Isobar، وخطوط المطر المتساوى Isohyet، خطوط مستويات المياه الجوفية، وخطوط تساوى تركز الملوثات الهوائية، وغيرها من الأسطح التى يمكن أن تسمى بالأسطح المنطبعة على سطح الأرض، ولذلك فالخرائط المستخرجة من عمليات التوليف يمكن مطابقتها مع متغيرات أخرى متنوعة للمنطقة نفسها مما يساعد فى عمليات التحليل المكانى والربط بين الظواهر المكانية.

ويعتمد توليف السطح على عينة من النقاط المعطومة القيم والمرصودة حقيقياً وتوزع على جميع امتدادات منطقة الدراسة، ويتم الربط بينها بطرق مختلفة والاعتماد على القيم المرصودة والمسافات بينها فى تقدير مواضع مجموعة أخرى من النقاط غير المرصودة حقيقياً وتقدير القيم المتوقعة لها. وتحتوى برمجيات نظم المعلومات الجغرافية على أدوات التوليف المكانية ومجموعة من الصيغ المختلفة المستخدمة فى حسابه، ويمكن للمستخدم المفاضلة بينها واختيار أنسبها لتوليف بيانات الظاهرة المدروسة.

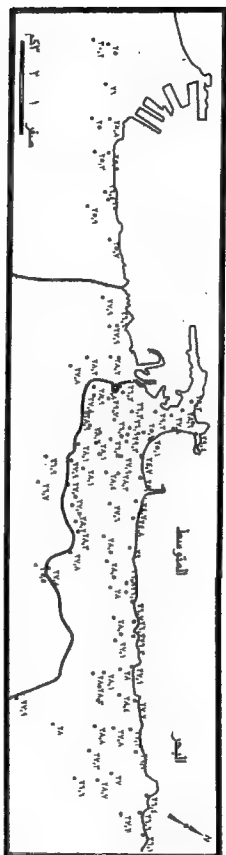
### عناصر التوليف المكاني:

يستحيل على الباحث أن يقوم بتسجيل التغير المكاني لأى ظاهرة فى كل بقعة بمنطقة الدراسة، لذا فمن المنطقى أن يقوم الباحث باختيار بعض المواقع التى يتوقع أن تتغير عندها الظاهرة ويقوم برصد قيمة الظاهرة عندها، ثم يقوم بعد ذلك بعمل التوليف المكاني آلياً، لتقدير باقى المواقع أو الفراغات التى تركها دون رصد، ويستخرج خريطة التوزيع التى يستخدمها فى تفسير التغير المكاني للظاهرة، ومعدلات هذا التغير، والربط بينه وبين متغيرات مكانية أخرى.

وتتألف عناصر التوليف المكاني إذن من شبكة مدخلة من النقط (المنتظمة أو غير منتظمة التوزيع)، وتحمل قيم الظاهرة المرصودة ميدانياً والتي تكون بمثابة نقط التحكم التى يستخدمها البرنامج فى توليف واشتقاق قيم النقط الأخرى التى سوف تنسب إلى أقرب نقط تحكم مجاورة لكل منها، فوزن كل نقطة مولفة هو محصلة لأوزان أقرب نقط تحكم لها، وبالطبع كلما زاد عدد نقط التحكم وانخفض طول المسافات بينها كلما زادت دقة التوليف والعكس صحيح - شكل رقم (٦٤).

### طرق التوليف المكاني:

تتعدد الطرق المستخدمة فى توليف بيانات السطح، وجميعها يعتمد على عدد النقط معلومة القيمة باعتبارها نقط الأساس التى تتحكم فى تقدير قيم النقط غير المعلومة القيمة، وتعتمد كل طريقة فى تقدير قيم النقط على أساليب حسابية أو إحصائية، ويناسب كل طريقة ظاهرة أو مجموعة ظواهر معينة تبعاً لطبيعة توزيع أو انتشار الظاهرة وتبعاً للدقة المطلوبة للتوليف. وبشكل عام فإن طرق التوليف تستخدم الأسس التالية:



شكل رقم (١٤) توزيع إقطاع التحكيم في دراسة لتوزيع  
 غصنوط الصرارة المتساوية بمنطقة الاستكشافية

١ - توليف يقوم على أساس شامل، ويعنى أن أسلوب التوليف يضع فى حسابه عدد تقدير قيم كل نقطة علاقة هذه النقطة بجميع نقاط التحكم (معلومة القيمة) .

٢ - توليف يقوم على أساس موضعى، ويعنى أن أسلوب التوليف يضع فى حسابه عدد تقدير قيم كل نقطة علاقة هذه النقطة بالنقطة المجاورة لها فقط (أقرب نقط متجاورة للنقطة المعلومة) .

٣ - توليف دقيق يمر السطح الناتج عنه بجميع نقاط التحكم دون أن يتجاهل أى من قيم هذه النقاط، ويستخدم عندما لا يوجد شك فى صحة البيانات المرصودة حقيقياً، وفى هذه الحالة تظهر خطوط التساوى بإنحناءات حادة .

٤ - توليف غير دقيق لا يمر السطح الناتج عنه بنقط التحكم أو يمر ببعض منها، ويستخدم عندما يكون هناك شك فى صحة البيانات المرصودة حقيقياً، وفى هذه الحالة تظهر خطوط التساوى بإنحناءات غير حادة (ناعمة) . . .

ونستعرض فيما يلى أهم طرق التوليف المكانى التى تستخدمها برمجيات نظم المعلومات الجغرافية فى إنتاج خرائط السطوح.  
أولاً، طريقة التوليف الخطي Linear Interpolation<sup>(١)</sup>،

وهى من أبسط طرق التوليف الموضعى الدقيق، وتعتمد على ربط كل نقطتين من نقاط التحكم (معلومة القيمة) بخط يتم تقسيمه وتسجيل قيمة متوسط قيمتى النقطتين لنقطة المنتصف وهى النقطة المقدرة الأولى، ثم يتم

---

(1) ESRI, Working With ArcGis Spatial Analyst, for Arcview 8, ArcEditor 8, ArcInfo 8, (Lectures).

تقسيم المسافة بين النقطة المعلومة الأولى والنقطة المقدرة الأولى وتسجيل قيمة متوسط قيمتي النقطتين للنقطة المنتصف وهي النقطة المقدرة الثانية، ثم يتم تقسيم المسافة بين النقطة المعلومة الأولى والنقطة المقدرة الثانية لتحديد موقع النقطة المقدرة الثالثة وتكون قيمتها مساوية لمتوسط قيمة النقطة المعلومة الأولى والنقطة المقدرة الثانية وهكذا يتم تكرار هذه العملية أكثر من مرة لتحديد مواضع النقط المقدرة وتحديد قيمة كل منها - شكل رقم (٦٥).

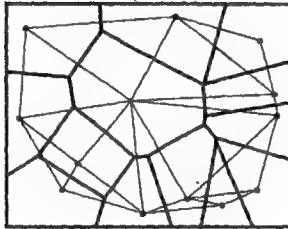


شكل رقم (٦٥) طريقة التوليف الخطي

## ثانياً ، طريقة مضلعات ثيسن Thiessen Polygons<sup>(١)</sup> :

وهى طريقة توليف موضعي دقيقة نأخذ فيها قيمة النقطة غير المعلومة قيمة مساوية لأقرب نقطة مرصودة ، ويتم تحديد أقرب نقطة مرصودة عن طريق رسم مضلعات ثيسن بالطريقة التالية :

- ١ - رسم شبكة من المثلثات تصل أضلاعها نقط التحكم ( معلومة القيمة) .
- ٢ - رسم خطوط عمودية على أضلاع المثلثات وبشرط أن تكون منصفة لها .



شكل رقم (٦٦) طريقة التوليف باستخدام مضلعات ثيسن

Thiessen Polygons

---

(1) Chang, K., op. cit., p. 281.



٣ - تصبح أعمدة التصنيف عند تقابلها مضلعات بداخل كل منها نقطة من نقط التحكم، وتعتمد أشكال المضلعات على طبيعة توزيع نقط التحكم، فإذا كانت المسافات بينها متساوية تكون المضلعات مربعة، أما إذا كانت المسافات بينها غير متساوية تكون المضلعات ذات أشكال هندسية متباينة - شكل رقم (٦٦) .

٤ - تأخذ جميع النقاط داخل كل مضلع قيمة نقطة التحكم التي تقع بداخله وتناسب طريقة التوليف بمضلعات ثيسن رسم خطوط تساوى العناصر المناخية مثل تقدير متوسط كمية المطر السنوى، وتقدير المتوسطات الشهرية أو السنوية لدرجة الحرارة، وغيرها من عناصر المناخ التي يعتمد فيها على مواقع محطات الأرصاد الجوية باعتبارها نقط التحكم، والقيمة التي تأخذها كل محطة هي قيمة عنصر المناخ المرصودة بالمحطة، وفي هذه الحالة فإن كل مضلع من مضلعات ثيسن يمثل النطاق الأرضى الذى يحيط بمحطة الأرصاد الجوية والذى تتشابه فيه قيمة عنصر المناخ.

### ثالثاً : طريقة مقلوب المسافة الموزونة

#### Inverse Distance Weighted (IDW)

وهى طريقة توليف موضعى، تعتمد فى عملية التوليف على المسافات بين نقط التحكم، حيث يتم الربط بين كل أقرب نقطتين من نقط التحكم، ثم تقدر قيم النقط بين كل نقطتين عن طريق مقلوب المسافة بينهما، التى تكون موزونة بقيمة المدى بين الحد الأدنى والحد الأعلى لقيمتى المسافة، وتكون قيم النقط المولفة بين هذا المدى.

ويتم رسم خطوط التساوى تصل بين القيم المولفة دون المرور بالقيم المرصودة (نقط التحكم)، وبالتالي فإن خطوط التساوى تظهر بشكل غير حاد (ناعم)، ويناسب هذه الطريقة تصميم الخرائط الاقتصادية مثل خطوط تساوى الدخل، القدرة الشرائية، أسعار الأراضي، وغيرها.

رابعاً، طريقة الشرائح Splines،

وهي طريقة توليف موضعي، تعتمد في عملية التوليف على النقاط التي لديها أقل تغير محتمل في الانحدار، وهي طريقة من طرق تعميم الخط، حيث يتم رسم خطوط التساوى خلال نقط التحكم وخلال النقاط بينها التي لها أقل تغير في الانحدار بين النقاط، ومعنى آخر التي لها الحد الأدنى لتغير السطح، وبالتالي تظهر خطوط التساوى بشكل غير حاد (ناعم)، ويناسب هذه الطريقة رسم مستويات الماء الأرضي، وكميات المطر.

خامساً، طريقة كريجنج Kriging<sup>(١)</sup>،

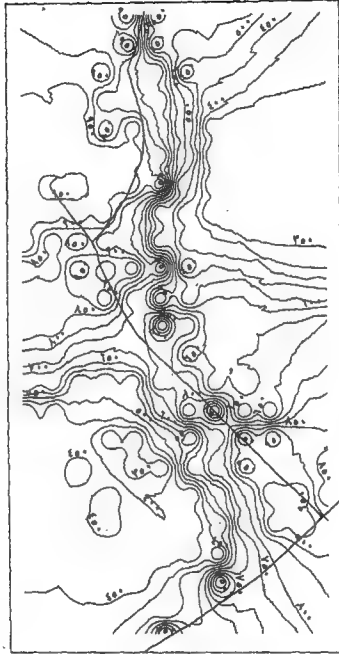
وهي طريقة إحصائية للتوليف المكاني، تصنع في حسابها قياس الارتباط المكاني بين نقط التحكم لوصف الاختلاف في السطح، ويتم حساب الارتباط المكاني بين النقاط داخل محيط معين، أو بين نقط التحكم كلها، ثم يتم تحديد مواقع النقاط المولفة والقيم التي تحملها تبعاً لقيم الارتباط بينها.

ويناسب هذه الطريقة توليف السطوح المرتبطة بتوزيع التريبات، والطبقات الجيولوجية، والتكوينات المعدنية.

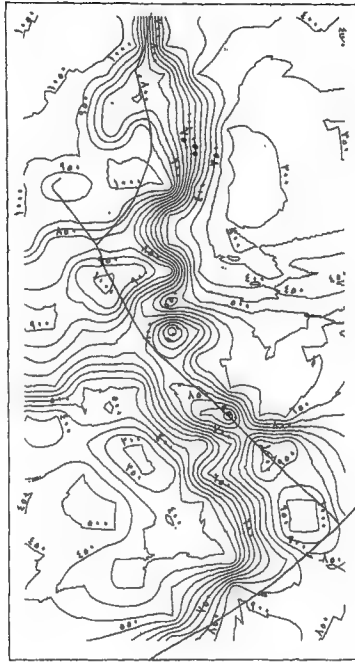
وعند إجراء عملية التوليف المكاني للبيانات نفسها بطرق مختلفة، فإن

---

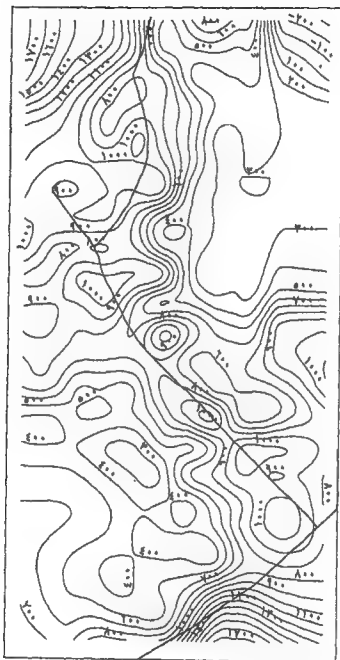
(١) اشترك في ابتكارها مهندس تحدي من جنوب أفريقيا يسمى D. G. Krige وعالم حسابات أرضية فرنسي يسمى Georges Matheron.



شكل رقم (٦٧) توليف خطوط تساوي متوسط سعر المتر المربع من الأرض  
بمنطقة العجمي - البيطاش غربي الإسكندرية  
بطريقة IDW



شكل رقم (٦٨) توليف خطوط تساوي متوسط سعر المتر المربع من الأرض  
بمنطقة المعجمي - البيطاش غربي الإسكندرية  
بطريقة Kriging



شكل رقم (٦٩) توليف خطوط تساوي متوسط سعر المتر المربع من الأرض

بمنطقة العجمي - البيطاش بحري الإسكندرية

بطريقة Splines

الخرائط المستخرجة نتيجة عمليات التوليف ستكون مختلفة، وذلك بسبب التباين في طرق حساب قيم النقاط المولفة ومواقعها، وتشمل برمجيات نظم المعلومات الجغرافية على مجموعة كبيرة من طرق التوليف المكانية وعلى الباحث أو المستخدم أن يختار بينها أنسب طريقة تناسب الظاهرة المدروسة.

**الخلاصة:**

١- يعد التوليف المكانية أحد أساليب اشتقاق قيم الظاهرة الموزعة في نطاق أرضي معين (اعتماداً على عينة من قيم الظاهرة نفسها المرصودة حقلياً وتسمى نقط التحكم، ويعرف التوزيع الناتج من عملية التوليف بالسطح الاحصائي).

٢- تعتمد طرق التوليف المكانية على أساليب احصائية وحسابية تتناول قيم نقط التحكم في تقدير قيم النقاط غير المعلومة القيمة ويناسب كل طريقة ظاهرة أو مجموعة ظواهر معينة تبعاً لطبيعة توزيع أو انتشار الظاهرة وتبعاً للدقة المطلوبة في عملية التوليف.

٣- تعد طريقة التوليف الخطي من أبسط طرق التوليف الموضعي الدقيق وهي تعتمد على تقسيم المسافة بين أي نقطتي تحكم وحساب متوسط قيمتهما في تقدير النقطة غير المعلومة القيمة.

٤- تعد طريقة التوليف باستخدام مضلعات ثيسن طريقة دقيقة تعتمد على تصميم مضلعات أضلاعها أعمدة تتصف أضلاع شبكة المضلعات التي تصل بين نقط التحكم، وتأخذ جميع النقاط غير المعلومة القيمة داخل كل مضلع القيمة نفسها للنقطة التحكم.

٥- تعد طريقة التوليف باستخدام مقلوب المسافة الموزونة أكثر طرق التوليف شيوعاً في الاستخدام ويعتمد فيها تحديد قيم النقاط غير المعلومة على مقلوب المسافة الموزونة بقيمة المدى بين كل نقطتين.

٦- تعتمد طريقة التوليف باستخدام الشرائح على النقط التي لديها أقل تغير محتمل في الإنحدار، وهي طريقة من طرق تصميم الخط، كما تعتمد طريقة كريجنج على قياس الارتباط المكانى بين نقط التحكم فى توليف النقط غير المعلومة القيمة .

٧- تختلف الخرائط المستخرجة من عمليات التوليف بسبب التباين فى طرق حساب قيم النقط المولفة ومواقعها .

الملاحق :

ملحق رقم (١٦)

توليف خطوط الحرارة المتساوية باستخدام طريقة مقلوب المسافة الموزونة IDW

الملفات المطلوبة : ملف نقطى لمجموعة من المحطات رصدت عندها درجة حرارة الهواء ..

خطوات التنفيذ:

١ - أفتح برنامج ArcMap، ثم افتح القائمة المنسدلة لأداة التحليل المكانى Spatial Analyst، ثم اختر منها توليف Interpolate to Raster، واختر Inverse Distance Weighted .

٢ - سيظهر مربع حوار Inverse Distance Weighted، حدد اسم الملف النقطى فى خانة Input Points، ثم حدد حقل بيانات درجة حرارة الهواء فى خانة Z Value Field، ثم حدد رقم (٢) فى خانة Power، وحدد Variable فى خانة Search Radius Type .

٣ - حدد عدد النقط التى سوف تستخدم فى توليف كل نقطة فى خانة Number of Points، ثم حدد أقصى مسافة لنصف قطر الدائرة التى يجب البحث فيها عن عدد النقط .

٤ - حدد حجم الخلية في الخريطة المخرجة في خانة Output Cell Size ثم حدد اسم الملف الجديد في خانة Output Raster ، ثم انقر OK ، ستظهر خريطة توليف السطح ومحددة بفئات .

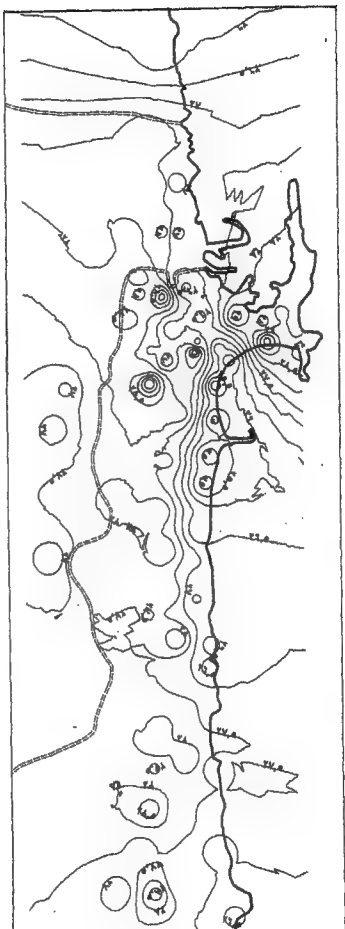
٥ - يمكن تعديل عدد الفئات وخصائصها بالنقر بزر الفأرة الأيمن على اسم الملف واختيار خصائص Properties ، ثم اختيار علامة تبويب Symbology ، واختيار عدد الفئات المرغوب في خانة Classes ، ولتحديد الحد الأدنى والأعلى لكل فئة يتم النقر على زر Classify ، وكتابة كل حد ، ثم انقر OK .

٦ - لتحويل السطح من فئات إلى خطوط تساوى افتح القائمة المنسدلة لأداة التحليل المكاني Spatial Analyst ، ثم اختر Surface Analysis ، ثم اختر منها Contour ، سيظهر مربع حوار Contour ، حدد اسم الملف المستخرج من توليف السطح بطريقة IDW ، ثم أكمل باقى الاختيارات وانقر OK ، سيضاف إلى جدول المحتويات خريطة خطوط التساوى منطبعة على خريطة توليف السطح .

٧ - بالتأشير على ملف خريطة توليف IDW وإلغاء علامة التأشير ستظهر خطوط التساوى فقط في النافذة .

٨ - انقر بزر الفأرة الأيمن على ملف خطوط التساوى الذى يحمل مبدئياً اسم Contour ، ثم انقر خصائص Properties ، ثم انقر علامة تبويب Labels ، يمكن تحديد قيم خطوط التساوى على الخريطة ، واختيار خصائصها من حيث السمك والخط واللون وغيرها من تلك النافذة ، ثم انقر Apply ، ثم OK - شكل رقم (٧٠) .





شكل رقم (٧٠) تصميم خريطة خطوط الحرارة المتساوية  
 بطريقة IDW بمدينة الإسكندرية  
 المرسومة يوم ١٧ أبريل ١٩٩٤

## ملحق رقم (١٧)

**توليف خطوط الحرارة المتساوية باستخدام طريقة الشرائح Splines**  
الملفات المطلوبة : ملف نقطى لمجموعة من المحطات رصدت عندها  
درجة حرارة الهواء.

### خطوات التنفيذ،

- ١ - افتح برنامج ArcMap، ثم افتح القائمة المنسدلة لأداة التحليل المكانية Spatial Analyst، ثم اختر منها توليف Interpolate to Raster، واختر Spline.
- ٢ - سيظهر مربع حوار Spline، حدد اسم الملف النقطى فى خانة Input Points، وحدد حقل بيانات درجة الحرارة فى خانة Z Value Field، وحدد نوع الشرائح Regularized لاستخراج سطح ناعم غير حاد.
- ٣ - حدد قيمة (١) فى خانة Weight، ثم عدد النقط التى سوف يشملها التوليف فى خانة Number of Points، ثم حجم الخلية فى الخريطة المخرجة فى خانة Output Cell Size، ثم اسم الملف المستخرج فى خانة Output Raster، ثم انقر OK.
- ٤ - ستظهر خريطة توليف السطح محددة بفئات يمكن تغيير خصائصها باتباع الخطوة رقم (٥) فى التطبيق السابق.
- ٥ - لتحويل السطح من فئات إلى خطوط تساوى اتبع الخطوات ٦، ٧، ٨ فى التطبيق السابق، شكل رقم (٧١).

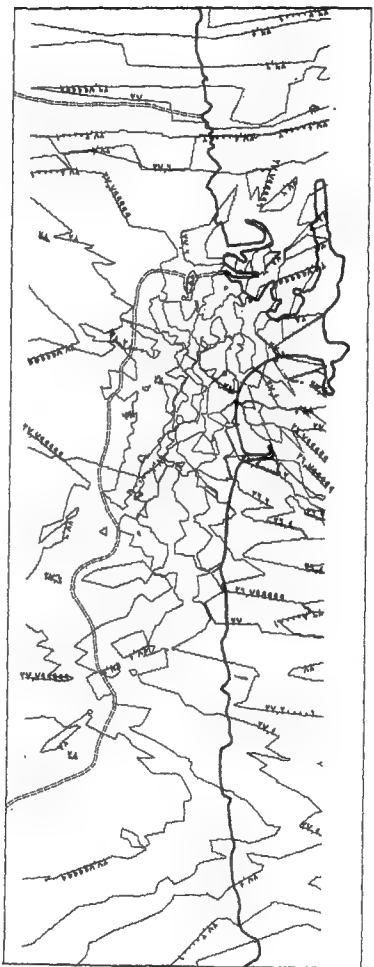


### توليف خطوط الحرارة المتساوية باستخدام طريقة Kriging

الملفات المطلوبة : ملف نقطى لمجموعة من المحطات رصدت عندها درجة حرارة الهواء .

#### خطوات التنفيذ،

- ١ - افتح برنامج ArcMap، ثم افتح القائمة المنسدلة لأداة التحليل المكانية Spatial Analyst، ثم اختر منها توليف Raster Interpolate to Raster، ثم اختر Kriging.
- ٢ - سيظهر مربع حوار Kriging، حدد اسم الملف النقطى فى خانة Input Points، وحدد حقل بيانات درجة الحرارة فى خانة Z Value Field، انقر Ordinary أمام Kriging Method.
- ٣ - اختر Spherical من القائمة المنسدلة أمام خانة Semivariogram Model، واختر Variable من القائمة المنسدلة أمام خانة Search Radius.
- ٤ - حدد عدد النقط فى محيط التوليف فى خانة Number of Points، والحد الأقصى لمسافة التوليف فى خانة Maximum Distance.
- ٥ - حدد حجم الخلية فى الخريطة المخرجة فى خانة Output Cell Size، واسم الملف الجديد فى خانة Output Raster، ثم انقر OK.
- ٦ - ستظهر خريطة توليف السطح بطريقة Kriging محددة بفئات يمكن تغيير خصائصها باتباع الخطوة رقم (٥) فى التطبيق قبل السابق.
- ٧ - لتحويل السطح من فئات إلى خطوط تساوى اتبع الخطوات ٦، ٧، ٨ فى التطبيق قبل السابق، شكل رقم (٧٢).



شكل رقم (٧٧) تخطيط خريطة خطوط الممرات المتساوية  
 وبطريقة Kartaguna بمدينة الإسكندرية  
 المرسومة يوم ١٧ أبريل ١٩٩٤



## تحليل مائية السطح Hydrologic Analysis

- مقدمة
- نشأة التدفق المائي السطحي
- تحليل اتجاه التدفق المائي
- تحليل التدفق المائي التراكمي
- تحليل شبكة التصريف المائي
- أحواض التصريف المائي
- حساب طول التدفق المائي
- تطبيقات
- الخلاصة
- الملاحق





## مقدمة:

تعد المجارى المائية واحدة من أهم الظواهر الطبيعية على سطح الأرض، فهي تشكل الوعاء الذى يتجمع فيه مياه الأمطار، فتعتمد عليها جميع صور الحياة على سطح الأرض، وبالتالي جميع أشكال النشاط البشرى، وتشكل بذلك أهم مورد طبيعى على سطح الأرض.

وتعد دراسة الجريان المائى ونظامه واحدة من أهم دراسات حصر الموارد وتعظيم الاستفادة منها، ومن أهم الدراسات التى يعتمد عليها فى إتخاذ قرارات التخطيط والتنمية، وتتداول نظم المعلومات الجغرافية دراسة الجريان المائى السطحى وتنظم وتبنى قاعدة بياناته، وتوفر أساليب متعددة لتحليله وتفسير نظامه لتحديد أفضل السبل للاستفادة منه، وتفسير علاقته بالظواهر المجاورة له أو المرتبطة به، وعلاقته بنقل وتوزيع الرسابات والمبوثات، ولا تقتصر الدراسة هنا على أحواض التصريف المائى فقط، بل وأحواض التصريف الجاف الذى حفرتها مياه الأمطار الغزيرة فى الأزمنة الجيولوجية المطيرة، ثم أصبحت جافة خالية من المياه بشكل دائم، أو معظم فترات السنة.

وتعتمد دراسة الجريان المائى السطحى وأحواضه على خرائط مناسبة سطح الأرض (الخرائط الكنتورية) فهي الأساس الذى يستخدم فى تحديد أشكال سطح الأرض بما فيها أحواض الجريان المائى، وانحدار السطح واتجاهه الذى يحدد اتجاه الجريان المائى وتدفقه وتجمعه، ويمكن أيضاً تحديد نقط المصببات التى تنتهى عندها المجارى المائية سواء كانت البحار والمحيطات أو المنخفضات والبحيرات الداخلية، وكذلك أطوال المجارى المائية.

### نشأة التدفق المائي السطحي:

يبدأ الجريان المائي السطحي بعد سقوط الأمطار أو ذوبان الجليد مباشرة في التدفق من النطاقات المرتفعة نحو المناسيب الأدنى في مسيلات صغيرة تتجمع في مجارى مائية صغيرة ثم تتجمع في مجارى أكبر فأكبر حتى تنشأ في النهاية مجارى رئيسية تحمل المياه وتلقى بها في البحر أو المحيط أو في البحيرات أو البحار الداخلية.

ويعتمد التدفق السطحي على التغير في مناسيب سطح الأرض من المناسيب الأعلى إلى المناسيب الأدنى، أما سرعة التدفق المائي فهي محصلة التغير في درجة انحدار سطح الأرض فكلما زادت الدرجة زادت سرعة الجريان المائي، ومن الممكن أن يصب المجرى المائي في نطاقات حوضية أو بحيرات التي تعد في هذه الحالة خزانات طبيعية تحتجز فيها المياه.

ويتباين نمط التدفق المائي وعدد المجارى المائية تبعاً لطبيعة السطح الأصلي الذي استهلت عليه المجارى المائية جريانها، ويشكل نظام الجريان المائي في النهاية حوضاً يحدده خط تقسيم المياه (يصل بين أعلى المناسيب المحيطة بالمجارى المائية) تتوقف مساحته، وعدد مجاريه، والمدى في قيم مناسيبه، ومعدلات انحدار السطح، على كمية المياه المغذية له (الأمطار - مياه الذوبان الجليدي)، والتركيب الجيولوجي لمنطقة الجريان المائي، وفقاً لذلك يأخذ التصريف المائي أشكالاً متعددة فمنه التصريف المتوازي، والشجري، المتشاك، والمستطيل، والدائري، والمركزي.

### تحليل اتجاه التدفق المائي:

يهتم دارسى المجارى المائية بتحليل شبكة التصريف المائي وتفسير نظامها ويعد تحليل اتجاه التدفق المائي أساس يعتمد عليه في تحليل شبكة

التصريف المائى ومباراتها، وأطوالها، وحساب التدفق المائى المتراكم لكل مجرى من المجارى المشكلة للحوض، ومساحة الحوض، ومساحة مناطق المصببات الداخلية.

ويعتمد تحليل اتجاه التدفق المائى السطحى على خريطة مناسيب سطح الأرض حيث يتم فى البداية انتاج نموذج المناسيب الرقمية DEM، ثم يتم انتاج شبكة تأخذ كل خلية فيها قيمة الفارق فى المنسوب بين الخلية باعتبارها الخلية المركز وثمانية خلايا مجاورة لها فى نطاق خلايا ٣ أسطر  $3 \times 3$  أعمدة، ثم يتم انتاج شبكة ثالثة تحدد داخل كل خلية قيمة الانحدار بين كل خلية والخلايا الثمانية المجاورة لها، ويتحدد اتجاه التدفق المائى بالاتجاه من الخلية المركز نحو الخلية التى تنخفض عنها وتحمل أكبر فارق فى المنسوب بينها وبين الخلية المركز - شكل رقم (٧٣)، ثم يتم تكرار حساب اتجاه التدفق لباقي خلايا الشبكة بالطريقة ذاتها.

الخريطة المخرجة النهائية الخريطة المخرجة الأولى الخريطة المدخلة

٧٧	٧٣	٧٠
٨٢	٧٨	٦٧
٨٨	٨٤	٧٥

١ +	٥ +	٨ +
٤ -		١١ +
١٠ -	٤ -	٩ +

		→

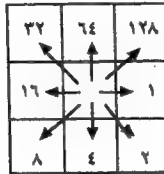
مناسيب سطح الأرض

فارق المنسوب بين  
الخلية المركز والخلايا  
المجاورة فى نطاق  $3 \times 3$

اتجاه التدفق المائى

شكل رقم (٧٣) حساب اتجاه التدفق المائى من شبكة مناسيب سطح الأرض

وتكون المحصلة النهائية هي الخريطة المخرجة التي توضح اتجاه التدفق وتحمل خلايا شبكتها قيم تعبر عن اتجاه التدفق، قد اتفق على أن تكون قيم مضاعفات الرقم ٢، فيأخذ الاتجاه الشرقي القيمة (١) التي تعادل (٢س)، والاتجاه الجنوبي الشرقي القيمة (٢) التي تعادل (١٢)، والاتجاه الجنوبي القيمة (٤) التي تعادل (٢٢)، والاتجاه الجنوبي الغربي القيمة (٨)، والاتجاه الغربي القيمة (١٦) والاتجاه الشمالي الغربي (٣٢)، والاتجاه الشمالي (٦٤) والاتجاه الشمالي الشرقي (١٢٨) - شكل رقم (٧٤).



شكل رقم (٧٤) القيم الترميزية لاتجاهات التدفق المائي السطحي

وتعد خريطة اتجاه التدفق المائي السطحي المستخرجة هي الخريطة الأساس التي تستخدم في إنتاج خريطة التدفق التراكمي، وخريطة شبكة التصريف المائي، وخريطة أحواض التصريف المائي وأطوال مسارات الجريان المائي.

#### تحليل التدفق المائي التراكمي:

يتحدد من خريطة اتجاه التدفق المائي السطحي اتجاه التدفق المائي من خلية إلى خلية أخرى مجاورة لها مباشرة، وفي حالة إذا ما اتفق اتجاه التدفق من الخلية الأولى إلى الخلية الثانية مع اتجاهه من الخلية الثانية إلى الخلية الثالثة فهذا يعنى أن الخلية الثالثة سيصل إليها الماء الذى تدفق من

### الخريطة المدخلة

٧٨	٧٢	٧٢	٧١	٥٨	٤٩
٧٤	٦٧	٥٦	٤٩	٤٥	٥٠
٦٩	٥٣	٤٤	٣٧	٣٨	٤٨
٦٤	٥٨	٥٥	٢٢	٣١	٢٤
٦٨	٥١	٤٧	٢١	١٦	١٩
٧٤	٥٣	٣٤	١٢	١١	١٢

### خريطة المناسيب

↘	↘	↘	↓	↓	↘
↘	↘	↘	↓	↓	↘
→	→	↘	↓	↘	↓
↗	↗	→	↘	↓	↘
↘	↘	→	↓	↓	↓
→	→	→	→	↓	←

### الخريطة المخرجة

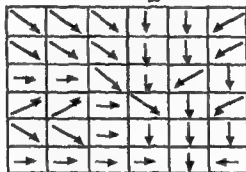
٢	٢	٢	٤	٤	٨
٢	٢	٢	٤	٤	٨
١	١	٢	٤	٨	٤
١٢٨	١٢٨	١	٢	٤	٨
٢	٢	١	٤	٤	٤
١	١	١	١	٤	١٦

### خريطة قيم اتجاه التدفق المائي

شكل رقم (٧٥) إنتاج شبكة قيم اتجاهات التدفق المائي السطحي

الخلية الأولى إلى الثانية ثم أضيف إلى الماء المتدفق من الخلية الثانية إليها، وهذا يعنى أن الخلية الثالثة ستستقبل كمية من المياه تراكمت من خليتين أعلى منها فى الارتفاع، وهكذا فى حالة ما تشابه اتجاه التدفق المائى فى ثلاث خلايا متجاورة فهذا يعنى أن الخلية الرابعة المتجه إليها التدفق ستستقبل كمية الماء المتدفق إليها من الخلايا الثلاثة المجاورة لها. وتكون المحصلة النهائية خريطة مخرجة تأخذ قيم خلايا شبكتها عدد الخلايا التى تصب فى كل منها، فعلى سبيل المثال إذا كانت الخلية تحمل رقم (٣) فهذا يعنى أن ثلاث خلايا لها قيم متشابهة فى اتجاه التدفق المائى تنتهى إليها، والرقم (٧) يعنى أن سبع خلايا لها قيم متشابهة فى اتجاه التدفق المائى تنتهى إليها وهكذا - شكل رقم (٧٦).

الخريطة المدخلة



اتجاهات التدفق المائى

الخريطة المخرجة

صفر	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر
صفر	١	١	٢	٢	صفر
صفر	٣	٧	٥	٤	صفر
صفر	صفر	صفر	٢	صفر	١
صفر	صفر	صفر	١	٢٤	صفر
صفر	٢	٤	٧	٢٥	١

التدفق المائى التراكمى

شكل رقم (٧٦) انتاج شبكة التدفق المائى  
التراكمى من خريطة اتجاهات التدفق المائى

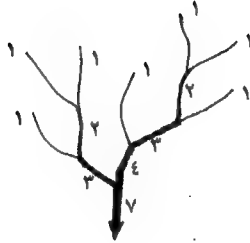
### تحليل شبكة التصريف المائى.

تمثل المجارى المائية جرياناً سطحياً متراكماً، فمن خريطة التدفق المائى التراكمى يتضح أن الخلايا التى تحمل أعلى قيمة تدفق تراكمى هى المسارات التى يتدفق خلالها الماء بسبب تجمعه من أكثر من جهة، وبالتالي تعبر تلك الخلايا عن مسارات المجارى المائية، التى تتحدد عن طريق تدفق المسار من الخلايا الأقل قيمة نحو الخلايا الأكبر قيمة فى خريطة التدفق المائى التراكمى، شكل رقم (٧٧).

صفر	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر
صفر	١	١	٧	٧	صفر
صفر	٣	٧	٥	٤	صفر
صفر	صفر	صفر	٢٠	صفر	١
صفر	صفر	صفر	١	٢٤	صفر
صفر	٢	٤	٧	٢٥	١

شكل رقم (٧٧) تحديد المجارى المائية من شبكة التدفق المائى التراكمى (الأسهم تشير إلى مسارات التدفق المائى)

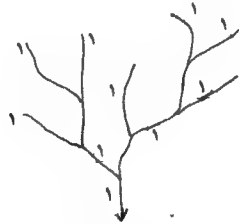
ويتم تعريف المجارى المائية بأكواد تعريفية IDs حسب رتب كل مجرى فى نظام التصريف، ويبدأ التعريف الكودى بالمجارى الأصغر فالأكبر فالأكبر - كما هو موضح بالشكل رقم (٧٨). أما أحواض التصريف فيتم تعريفها برقم كودى واحد يعطى لجميع المجارى المائية التابعة للحوض - شكل رقم (٧٩).



شكل رقم (٧٨) التعريف الكودي لرتب المجاري المائية



حوض التصريف الثاني



حوض التصريف الأول

شكل رقم (٧٩) التعريف الكودي لأحواض التصريف المائية



### حساب طول التدفق المائى :

يتم حساب طول مسار التدفق المائى بتتبع مسار الخلايا التى يتدفق منها الماء نحو خلايا المصببات، ثم حساب المسافة على مسار التدفق المائى المحدد، ويستفاد من ذلك فى تحديد أطول مسار تدفق داخل الموض، أو أقصر مسار تدفق، كما يستفاد من ذلك أيضاً فى حالة الأحواض الجافة لتحديد المسافة إلى المنخفضات التخزينية لمياه الأمطار، وعلى طول امتداد خطوط أنابيب السوائل الكيميائية، أو زيت البترول يستفاد من حساب طول التدفق المائى فى حساب المسافة نحو المنخفضات التى يمكن أن تستغل كمخازن استراتيجية أثناء حدوث أى تسرب من تلك الأنابيب .

### الخلاصة :

١- تعد دراسة الجريان المائى ونظامه واحدة من أهم دراسات حصر الموارد وتعظيم الاستفادة منها، وتوفر نظم المعلومات الجغرافية أساليب متعددة لتحليله وتفسير نظامه .

٢- تعتمد دراسة الجريان المائى السطحى وأحواضه على خرائط مناسبة سطح الأرض (الخرائط الكنتورية) فى إنتاج خرائط إتجاه الجريان المائى وتدفعه، وتحديد نقط مصباته، ومساحة أحواضه، وأطوال مجاريه .

٣- يبدأ الجريان المائى السطحى بعد سقوط الأمطار أو ذوبان الجليد مباشرة، ويعتمد تدفعه على التغير فى مناسيب سطح الأرض من المناسيب الأعلى إلى المناسيب الأدنى، وعلى كمية المياه المغذية له، والتركيب الجيولوجى لمنطقة الجريان المائى .

٤- يعد تحليل إتجاه التدفق المائى الأساس الذى يعتمد عليه فى تحليل شبكة التصريف المائى ومساراتها وأطوالها وحساب التدفق المائى المتراكم لكل مجرى مائى .

- ٥- يُعبّر التدفق المائي التراكمي عن كمية المتدفق من المياه المتجه من خلايا متعددة نحو الخلية ، وتكون قيمة الخلية في هذه الحالة تعبر عن عدد الخلايا التي يتدفق منها الماء نحوها .
- ٦- تكون الخلايا التي تحمل أعلى قيمة تدفق تراكمي هي المسارات التي يتدفق خلالها الماء بسبب تجمعه من أكثر من جهة .
- ٧- يتم حساب طول مسار التدفق المائي بتتبع مسار الخلايا التي يتدفق منها الماء نحو خلايا المصبّات ، ثم حساب المسافة على هذا المسار .



شكل رقم (٨٠) تحديد حوض التصريف المائي على الخريطة

الملاحق :

ملحق رقم (١٩) :

إضافة أداة التحليل المائي Hydrology لنافذة ArcMap :

الملفات المطلوبة: ١- ملف مناسيب سطح الأرض

٢- ملف يحتوى على أداة التحليل Hydrology.

خطوات التنفيذ:

١- افتح ArcMap ثم اختر Create a new map .

٢- أضف ملف مناسيب سطح الأرض .

٣- افتح قائمة أدوات Tools ثم اختر Customize ثم انقر زر إضافة من ملف

Add From File سيظهر مربع حوار فتح Open .

٤- حدد اسم الملف (الذى يحتوى على أداة التحليل Hydrology) ثم انقر

. OK .

٥- من نافذة Customize انقر المربع أمام Hydrology Modeling ثم أغلق

النافذة Close .

٦- سيظهر شريط أدوات Hydrology (سحب في موقع شرائط الأدوات

واختبره بالنقر على القائمة المنسدلة له ستظهر قائمة أدوات التحليل

تحتوى على ما يلى :

- خصائص Properties .

- تعريف القيم الناقصة Identify Sinks .

- ملء القيم الناقصة Fill Sinks .

- اتجاه التدفق Flow Direction .

- التدفق التراكمى Flow Accumulation .

- حوض التصريف Watershed .

- شبكة التصريف المائى Stream Network a Features .

ملحق رقم (٢٠):

انشاء شبكة اتجاهات التدفق المائي :

الملفات المطلوبة: ملف مناسب سطح الأرض.

خطوات التنفيذ:

- ١ - أنقر القائمة المنسدلة لأداة التحليل المائي Hydrology التي تم اضافتها بشرط القوائم بنافذة ArcMap ، ثم اختر اتجاه التدفق Flow Direction .
- ٢ - سيظهر مربع حوار Flow direction ، حدد اسم ملف المناسب في خانة Input Surface ، وحدد اسم ملف الشبكة الجديدة في خانة Output Raster ثم أنقر OK .
- ٣ - ستظهر الخريطة المخرجة في نافذة ArcMap ومفتاحها في جدول المحتويات، وسلاحظ أن اسمها 1 Flow direction .

ملحق رقم (٢١):

تحديد التدفق المائي التراكمي:

الملفات المطلوبة: ١ - ملف اتجاه التدفق المائي 1 Flow direction .

٢ - ملف مناسب سطح الأرض.

خطوات التنفيذ:

- ١ - إختار خصائص Properties من القائمة المنسدلة لأداة التحليل المائي Hydrology ، سيظهر مربع حوار خصائص Properties .
- ٢ - اكتب اسم ملف اتجاه التدفق المائي المستخرج من الملحق السابق رقم (٢٠) هو 1 Flow direction في خانة Flow Direction .
- ٣ - اكتب اسم ملف مناسب سطح الأرض أمام خانة Flow Accumuation ثم أنقر OK .

٤- انقر زر سقوط المطر Rain Drop في شريط الأدوات لأداة التحليل المائي Hydrology سيتحول مؤشر الفأرة إلى مؤشر يشبه رمز الإضافة (+) .

٥- انقر بمؤشر الفأرة الجديد على أى موقع بخريطة اتجاه التدفق الموجودة بنافاذة البرنامج سيظهر مسار يعرف اتجاه التدفق التراكمى، أو كيف يتدفق الماء فوق سطح الأرض.

ملحق رقم (٢٢)؛

حساب التدفق المائي التراكمى؛

الملفات المطلوبة: ١- ملف اتجاه التدفق الماء Flow Direction 1 .

خطوات التنفيذ؛

١- اختر التدفق التراكمى Flow Accumulation من القائمة المنسدلة لأداة التحليل المائي Hydrology سيظهر مربع حوار Flow Accumulation .

٢- حدد اسم ملف التدفق المائي Flow direction 1 فى خانة Direction Raster، وحدد اسم الملف الجديد فى خانة Output Raster ثم انقر OK .

٣- ستظهر خريطة جديدة فى نافذة البرنامج تسمى 1 Flow Accumulation .

ملحق رقم (٢٣)؛

تحديد المجاري المائية؛

الملفات المطلوبة: ملف التدفق المائي التراكمى 1 Flow Accumulation .

خطوات التنفيذ؛

١- نشط طبقة خريطة 1 Flow Accumulation، وحدد طبقتها ثم انقر بزر الفأرة الأيمن عليها واختر خصائص Properties سيظهر مربع حوار خصائص الطبقة Layer Propertie .

٢- انقر علامة تبويب ترميز Symbology، ثم اختر أمر Classified من خانة Show.

٣- اختر أبيض إلى أسود في خانة Color ramp.

٤- اختر فلتين فقط (٢) في خانة Classes.

٥- انقر زر Clasify ثم حدد في خانة Break Values حدد الفئات وابدأ بالرقم ٥٠. ثم انقر Ok، ثم Apply في نافذه خصائص الطبقة ثم OK ستظهر خريطة محدد عليها المجارى المائية. استخدم زر التكبير Zoom in على الخريطة سترى المجارى المائية بوضوح.

ملحق رقم (٢٤)؛

تحديد أحواض التصريف المائي؛

الملفات المطلوبة: ١- ملف اتجاه التدفق المائي 1 Flow direction.

٢- ملف التدفق المائي التراكمي 1 Flow Accumulation.

خطوات التنفيذ؛

١- إختار Watershed من القائمة المنسدلة لأداة التحليل المائي Hydrology في نافذة ArcMap، سيظهر مربع حوار Watershed.

٢- حدد اسم ملف اتجاه التدفق 1 Flow Direction في خانة Direction Raster.

٣- حدد اسم ملف التدفق التراكمي 1 Flow Accumulation في خانة Accumulation Raster.

٤- حدد أقل عدد من الخلايا في كل حوض في خانة Minimum number.

٥- حدد اسم الملف الجديد في خانة Output Raster. ثم انقر OK.

٦- سيظهر خريطة جديدة تسمى 1 Watershed.

٧- غير رموز الخريطة بتحديد طبقتها والنقر بزر الفأرة الأيمن عليها واختيار خصائص Properties.

٨- اختر علامة بتوبيب Symbolology ثم اختر منها Unique Values سيتم تحديد كل حوض تصريف بلون منفرد، ثم انقر OK، ستظهر خريطة أحواض التصريف المائي وكل حوض موضح بلون محدد.

٩- يمكن تغيير الحد الأدنى لعدد الخلايا لكل حوض عن طريق إلغاء الطبقة الجديدة وإعادة تحديد شروطها وكتابة الرقم الجديد في خانة Minimum Number of Cells for A Basin.

ملحق رقم (٢٥):

رسم شبكة التصريف المائي:

الملفات المطلوبة: ١- ملف اتجاه التدفق المائي 1 Flow Direction.

٢- ملف التدفق المائي التراكمي 1 Flow Accumulation.

خطوات التنفيذ:

١- اختر شبكة التصريف المائي Stream Network as Feature من القائمة المدسلة لأداة التحليل المائي Hydrology من نافذة ArcMap، سيظهر مربع حوار Stream Network.

٢- من نافذة Stream Network حدد اسم ملف اتجاه التدفق في خانة Direction Raster، وحدد اسم ملف التدفق التراكمي في خانة Accumulation raster، وحدد العدد الأدنى للخلايا لكل مجرى مائي، وحدد اسم الملف الجديد في خانة Output Raster ثم انقر OK ستظهر خريطة الشبكة التصريف المائي كطبقة مستقلة بنافذة ArcMap.

ملحق رقم (٢٦)؛

تحديد طول التدفق المائي؛

الملفات المطلوبة: ١- ملف اتجاه التدفق المائي Flow Direction 1 .

خطوات التنفيذ:

١- إختار آلة حاسبة راستر Raster Calculator من القائمة المنسدلة لأداة

التحليل المكاني Spatial Analyst .

٢- اكتب الصيغة التالية:

{Flow Length} = FLOW LENGTH ({Flow Direction 1})

٣- غير رموز Sympology الخريطة الجديدة Flow Length باختيار

Symbology من نافذة خصائص Properties، ثم اختيار Stretched من

خانة Show، ثم أشر على خانة Invert ثم أنقر OK .

٤- انقر زر ضبط درجة الشفافية Adjust Transparency الموجود بشريط

أدوات ArcMap عدد ٥٠٪ .

٥- ستظهر خريطة جديدة لأطوال التدفق بكل خلية .



## المراجع



## أولاً: المراجع العربية:

- ١- بدر الدين طه عثمان، نظم المعلومات الجغرافية، جامعة السودان المفتوحة، برنامج التربية، ٢٠٠٦.
- ٢- .....، نظم المعلومات الجغرافية وللتفصيل الموضوعى لخرائط المتغيرات الايكولوجية الزراعية والرعية فى المملكة العربية السعودية، جامعة الملك سعود - الرياض - المملكة العربية السعودية - ١٤٢٤ - ٢٠٠٣ م.
- ٣- .....، دعم وصناعة القرار والتحليل المكانى فى نظم المعلومات الجغرافية، الجمعية الكويتية، وسائل جغرافية، العدد ٢٧٧، ربيع الآخر ١٤٢٤، يونيو ٢٠٠٣.
- ٤- علاء عزت شلبى، محمود عادل حسان، تطبيقات الحاسب الآلى فى التوزيع والتحليل المكانى، منشأة المعارف بالاسكندرية، ٢٠٠٤.
- ٥- محمد ابراهيم محمد شرف، نظم المعلومات الجغرافية - أسس وتدريبات، دار المعرفة الجامعية - الإسكندرية - ٢٠٠٧.
- ٦- .....، مبادئ الحاسب الآلى وتطبيقاته، دار المعرفة الجامعية، الإسكندرية، ٢٠٠٧.
- ٧- .....، مساقط الخرائط والخرائط البحرية، دار المعرفة الجامعية، الإسكندرية، ٢٠٠٧.
- ٨- .....، خرائط الطقس والمناخ، دار المعرفة الجامعية، الإسكندرية، ٢٠٠٧.
- ٩- .....، التحليل الرقمى الآلى لخرائط استخدام الأرض يقسم المتنزة - الإسكندرية، ندوة الاتجاهات الحديثة فى علم الجغرافيا - كلية الآداب. جامعة الإسكندرية - ١٧-٢٩ نوفمبر ١٩٩٥.

١٠- .....، الحرارة في مدينة الاسكندرية - دراسة في المناخ الحضري، اصدارات مجلة كلية الآداب - المجلد الرابع والأربعين - العام الجامعي ١٩٩٥/١٩٩٦م،

١١- .....، التحليل الرقعي للخريطة السكانية لمنطقة العجمي البيطاش غرب الإسكندرية، اصدارات مجلة كلية الآداب - جامعة الإسكندرية، ٢٠٠١م.

١٢- .....، التحليل المكاني لتوزيع خدمة اطفاء الحريق في شرقى الإسكندرية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية - مجلة بحوث كلية الآداب - جامعة المنوفية - يناير ٢٠٠٢م.

١٣- .....، تحليل مسارات وخصائص المنخفضات الجوية والظواهر المصاحبة لها باستخدام خرائط الطقس اليومية (مستوى ٥٠٠ مليمتر) دراسة حالة لبنان - الندوة السابعة - قسم الجغرافيا - كلية الآداب. جامعة الإسكندرية، ٢٠٠٥/٧/٢١.

١٤- ناصر بن محمد سلمى، الخرائط الموضوعية بين الطرق التقليدية وبرامج نظم المعلومات الجغرافية، المجلة العربية لنظم المعلومات الجغرافية، المجلد الأول، العدد (١)، ١٤٢٣/٢٠٠٥م.

#### ثانياً، المراجع الأجنبية:

- 1- Aronoff, S., Geographic Information Systems: A Management Perspective, WDL Publications, Ottawa, Canada, 1989.
- 2- Bailey, T., & Gattrel, a., Spatial Data Analysis by Example, London, Longman, 1995.
- 3- Bolstad, P., GIS Fundamentals: A First Text on Geographshic Infomation Systems, 2<sup>nd</sup> Edition, White Bear Lake, Eider press, 2005.

- 4- Burrough, P. a., & McDonnell, R. a., Principles of Geographic Information Systems, Oxford University Press, Oxford, 1998.
- 5- Chang, K., Introduction to Geographic Information system, 3rd Edition, McGraw Hill, 2005.
- 6- ESRI, Using Arc GIS Spatial Analyst USA, 2001-2002.
- 7- ESRI, Using Arc GIS 3D Analyst, USA, 2000 - 2002.
- 8- Gressie, N., Statistics for Spatial Data, Chichester, Wiley, 1991.
- 9- Hathout, S., The Principals of Geographic Information Systems, Dar AL-Maerfa AL-Gameyah, Alexandria, egypt, 2007.
- 10- Hathout, S., Applied Geographic Information Modeling, Winnipeg, Canada, 2000.
- 11- Hathout, S., & Sharaf, M., The Agroclimatic Suitability of Growing Dates, Bananas, and Grapes in Egypt Using GIS, The Arab World Geographer, Toronto, Canada, 2001.
- 12- Heywood, I. & others, An Introduction to Geographical Information systems, Prentice Hall, 3rd Edition 2006.
- 13- Issaks. M., An Introduction to Applied Geostatistics, New York, Oxford University Press, 1989.
- 14- Longley, P. A., & others., Geographic Information Systems and Science, Chichester: Wiley, 2<sup>nd</sup> Edition, 2005.
- 15- Martin, D., Geographic Information Systems: Socioeconomic Application, London, routledge, 1995.
- 16- Schurman, N., GIS a Short Introduction, UK, 2004.
- 17- Sharaf, M., Digital Mapping Analysis for Contour Map, An Applied Study of Kharobah Vally, Symposium No 6, Man and

- environment, "A Future Perspective", Geography Department, alexandria University, 2004.
- 18- Taylor, f., Geographic Information Systems, The Micro Computer and Modern Cartography, Great Britain, 1991,
  - 19- Thurston, J., & others., Integrated Geospatial Technologies: A Gide To GPS, GIS and Data Logging, Hobokenn New Gersey, Wiley, 2003.
  - 20- Tomlinson, R. F., Thinking About GIS: Geographic Information System for Managers, ESRI Press, 2005.
  - 21- Wheatley, others., Spatial Technology and Archaeology, The Archaeological Application of GIS, London, 2002.
  - 22- Wikipedia Encyclopedia, Geographic Information systems, [http://en.Wikipedia.org/wiki/Eeoqraphic Information System](http://en.Wikipedia.org/wiki/Eeoqraphic_Information_System), 30/5/2007, 02: 41: 36 Pm.
  - 23- Wise, S., GIS Basics, London, 2002.
  - 24- Worboys, & others., GIS: a Computing Perspective Boca Rotan, CRC Press, 2004.
  - 25- Yeung. A. K. W., Concepts and Techniques of Geographic Information Systems, New Delhi, 2005.

## الفهارس





## فهرس الأشكال

الرقم	العنوان	الصفحة
١	البيانات الجغرافية	٢٣
٢	وظائف نظم المعلومات الجغرافية	٣٥
٣	تمثيل الظاهرات باستخدام نموذج البيانات الاتجاهية Vector	٦٥
٤	تباين دقة الخطوط المعرفة بنموذج البيانات الاتجاهية Vector	٦٦
٥	بناء ملف الاحداثيات السينية والصادية فى نظام البيانات الاتجاهية Vector	٦٧
٦	طريقة تحديد الحرم حول البيانات المكانية	٧٢
٧	تباين نطاقات الحرم حول المجارى المائية	٧٣
٨	نطاقات احرام زمنية متتالية تحيط بمراكز اطفاء للحريق بحى المتنزة شرقى الاسكندرية	٧٥
٩	نطاقات الأحرام المتقاطعة وغير المتقاطعة	٧٦
١٠	الاجرام الحلقية حول الظاهرة النقطية	٧٦
١١	تطابق خريطة ظواهر نقطية مع خريطة ظواهر مساحية	٨٢
١٢	توزيع التغير الحرارى وعلاقته بصور استخدام الأرض فى مدينة الإسكندرية	٨٣
١٣	توزيع مراكز اطفاء الحريق على نطاقات كثافة المباني بحى المتنزة شرقى الإسكندرية	٨٥
١٤	تطابق خريطة ظواهر خطية مع خريطة ظواهر مساحية	٨٦
١٥	تطابق خريطة ظواهر مساحية مع خريطة ظواهر مساحية	٨٨
١٦	تطابق الخرائط بطريقة الاتحاد Union	٩٠
١٧	تطابق الخرائط بطريقة التقاطع Intersect	٩١
١٨	تطابق الخرائط بطريقة التماثل Identity	٩٣
١٩	عملية التلاشى Dissolve	٩٨

٢٠	عملية القطع Clip	١٠٠
٢١	عملية التلاصق Merge	١٠٠
٢٢	عملية الاختيار Select	١٠١
٢٣	عملية التحديث U[date	١٠٢
٢٤	عملية المسح والإلغاء Erase	١٠٣
٢٥	عملية التجزئة Split	١٠٤
٢٦	توزيع المباني بمنطقة العجمى البيطاش غربى الاسكندرية	
٢٧	بطريقة البيانات الموضوعية	١١٢
٢٨	توزيع كثافة المباني بمنطقة العجمى البيطاش غربى	
٢٩	الاسكندرية على هيئة بيانات تشكيلية	١١٣
٣٠	تمثيل ظاهرات سطح الأرض على طبقات معلوماتية متعددة	١١٥
٣١	شبكة البيانات النقطية Raster	١١٦
٣٢	تحويل خريطة استخدام الأرض بحى المنتزة إلى نموذج	
٣٣	البيانات النقطية Raster	١١٧
٣٤	ترقيم بيانات معامل التباين (ف) فى عدد أدوار المباني	
٣٥	بمنطقة العجمى البيطاش غربى الاسكندرية	١١٨
٣٦	تقسيم شبكة البيانات النقطية إلى نطاقات	١١٩
٣٧	تقسيم شبكة البيانات النقطية إلى نطاقات وأقاليم	١٢٠
٣٨	جدول البيانات النقطية المرفق لشبكة البيانات النقطية	١٢١
٣٩	استخدام الاسم فى تعريف البيانات النقطية	١٢١
٤٠	تباين تمثيل الظاهرات تبعاً لتباين دقة الشبكة وحجم الخلية	١٢٦
	تمثيل الخريطة الأساس بشبكة البيانات النقطية	١٢٧
	ترقيم البيانات النقطية	١٢٩
	جدول البيانات الوصفية لنموذج البيانات النقطية لصور	١٢٩
	استخدام الأرض	١٣٠
	بعض عمليات التحليل الموضعى	١٣٤

٤١	حساب المتوسط السنوى لدرجة الحرارة من خلال المتوسطات الشهرية لها	١٣٧
٤٢	تناقض مساحة الغابات فى فيتنام خلال الفترة بين عامى ١٩٤٥، ١٩٨٢م	١٣٨
٤٣	عملية تحليل التجاور من نطاق مربع (٣ أسطر × ٣ أعمدة)	١٣٩
٤٤	أنواع نطاقات للتجاور	١٤١
٤٥	حساب المتوسط الحسابى للخلاية المركزية فى الشبكة الممثلة فى نطاق تجاور ٣ × ٣	١٤٢
٤٦	استخدام تحليل التجاور لحساب متوسط مساحة المبنى الواحد	١٤٣
٤٧	استخدام تحليل للتجاور لحساب المدى	١٤٤
٤٨	استخدام تحليل للتجاور لحساب للتنوع فى صور استخدام الأرض	١٤٥
٤٩	حساب القيمة الأكثر تكراراً	١٤٦
٥٠	استخلاص المساحات من خريطة توزيع نطاقات سطح الأرض	١٤٧
٥١	حسب سعر المتر المربع	١٤٧
٥١	عملية تحليل التطابق بين متوسط مناسيب سطح الأرض ونطاقات استخدام الأرض	١٤٩
٥٢	عملية تحليل تعدد الأنواع النباتية تبعاً لاختلاف مناسيب سطح الأرض	١٥٠
٥٣	نموذجى المناسيب الرقمية DEM وشبكة المثلثات TIN	١٦٦
٥٤	اشتقاق خطوط الكنتور من شبكة المثلثات TIN	١٧٠
٥٥	الخريطة الكنتورية للنطاق الأوسط لوادى الخروية غربى مدينة مرسى مطروح	١٧١
٥٦	رسم القطاع التضاريسى الرأسى من الخريطة الكنتورية	١٧٣
٥٧	حساب درجة ونسبة الانحدار بين الخلايا	١٧٤
٥٨	استخراج خريطة درجة الانحدار من الخريطة الكنتورية	١٧٦
٥٩	خريطة اتجاهات انحدار سطح الأرض Aspect	١٧٨

٦٠	اتجاهات انحدار سطح الأرض تبعاً لإتجاهات البوصلة	١٧٩
٦١	شكل ظلال سطح الأرض عندما يبلغ إتجاه الإشعاع الشمس	
٦٢	٣١٥° وزاوية ارتفاع الشمس عن خط الأفق ٤٥°	١٨١
٦٣	تحليل رؤية سطح الأرض	١٨٤
٦٤	نموذج شبكة المناسيب للمثلثية TIN موقع عليه الطرق الرئيسية	١٩٦
٦٥	توزيع نقاط التحكم فى دراسة لتوليف خطوط الحرارة المتساوية	
٦٦	بمدينة الاسكندرية	٢٠١
٦٧	طريقة التوليف الخطى	٢٠٣
٦٨	طريقة التوليف باستخدام مضلعات ثيسن	٢٠٤
٦٩	توليف خطوط تساوى متوسط سعر المتر المترع من الأرض	
٧٠	بطريقة IDW بمنطقة المعجمى - البيطاش - غربى الاسكندرية	٢٠٧
٧١	توليف خطوط تساوى متوسط سعر المتر المترع من الأرض	
٧٢	بمنطقة المعجمى - البيطاش بطريقة Kriging	٢٠٨
٧٣	توليف خطوط تساوى متوسط سعر المتر المترع من الأرض	
٧٤	بمنطقة المعجمى البيطاش بطريقة Splines	٢٠٩
٧٥	تصميم خريطة خطوط الحرارة المتساوية بطريقة IDW	٢١٣
٧٦	تصميم خريطة الحرارة المتساوية بطريقة Spring	٢١٥
٧٧	تصميم خريطة خطوط الحرارة المتساوية بطريقة Kriging	٢١٧
٧٨	حساب اتجاه التدفق المائى من شبكة مناسيب سطح الأرض	٢٢٣
٧٩	القيم التعريفية لاتجاهات التدفق المائى السطحى	٢٢٤
٨٠	انتاج شبكة قيم اتجاهات التدفق المائى السطحى	٢٢٥
	انتاج شبكة التدفق المائى التراكمى من خريطة اتجاهات التدفق المائى	٢٢٦
	تحديد المجارى المائية من شبكة التدفق المائى التراكمى	٢٢٧
	التصريف الكودى لرتب المجارى المائية	٢٢٨
	التعريف الكودى لأحواض التصريف المائى	٢٢٨
	تحديد حوض التصريف المائى على الخريطة	٢٣٠

## فهرس الملاحق

رقم الصفحة	العنوان	الرقم
٥٩	إستخدام أدوات التحليل المكاني فى برنامج Arc Gis 8.1	١
١٠٧	إستخدام تحليل الحرم وتحليل تطابق الخرائط	٢
١٥٦	استخدام تحليل العمليات الموضعية Local Operations	٣
١٥٦	استخدام تحليل عمليات المجاورة Neighborhood Operations	٤
١٥٧	إستخدام تحليل عمليات المناطق Zonal Operations	٥
١٥٨	إستخدام تحليل قياس المسافة الأفقية	٦
١٥٩	إستخدام تحليل قياس المسافة الموزونة	٧
١٦٠	إستخدام تحليل قياس المسار الأقصر	٨
١٨٨	إنشاء خريطة كلتورية	٩
١٨٩	إنشاء القطاع للضاريس الرأسى	١٠
١٩٠	إنشاء خريطة لحدار سطح الأرض	١١
١٩١	إنشاء خريطة اتجاه انحدار سطح الأرض	١٢
١٩٢	إنشاء خريطة ظلال سطح الأرض	١٣
١٩٣	إنشاء خريطة رؤية سطح الأرض	١٤
١٩٤	بناء نموذج شبكة المناسيب المثلثية TIN	١٥
٢١١	توليف خطوط الحرارة المتساوية باستخدام طريقة مقلوب المسافة الموزونة IDW	١٦
٢١٤	توليف خطوط الحرارة المتساوية باستخدام طريقة الشرائح Splines	١٧
٢١٦	توليف خطوط الحرارة المتساوية باستخدام طريقة Kriging	١٨
٢٣١	اضافة أداة للتحليل المائى Hydrology	١٩
٢٣٢	إنشاء شبكة اتجاه التدفق المائى	٢٠

٢٣٢	٢١	تحديد التدفق المائي التراكمي
٢٣٣	٢٢	حساب التدفق المائي التراكمي .
٢٣٣	٢٣	تحديد المجارى المائية
٢٣٤	٢٤	تحديد احواض التصريف المائي
٢٣٥	٢٥	رسم شبكة التصريف المائي
٢٣٦	٢٦	تحديد طول التدفق المائي

## محتويات الكتاب

رقم الصفحة	اسم الموضوع
٩	مقدمة
	الفصل الأول
	ماهية نظم المعلومات الجغرافية
١٥	• مقدمة.
١٧	• تعريف نظم المعلومات الجغرافية GIS Systems
١٧	• علم المعلومات الجغرافية GIScience
١٨	• مكونات نظم المعلومات الجغرافية
١٨	- أجهزة الحاسب الآلي
١٩	- برامج نظم المعلومات الجغرافية
٢٠	- البيانات
٢١	- إدارة البيانات
٢١	- الأفراد
٢٢	• البيانات الجغرافية
٢٤	• طبيعة البيانات الجغرافية
٢٥	- البيانات المكانية
٢٥	١- نظم المعلومات الاتجاهي
٢٥	٢- نظم المعلومات النقطي
٢٦	- البيانات غير المكانية
٢٧	- الربط بين البيانات المكانية وغير المكانية
٢٧	- المقارنة بين نظامي المعلومات الاتجاهي والنقطي
٢٨	• وظائف نظم المعلومات الجغرافية

٣٠	١- ادخال البيانات
٣١	٢- ادارة البيانات
٣١	٢- عرض البيانات
٣١	٤- استكشاف البيانات
٣٢	٥- تحويل البيانات
٣٢	٦- تحليل البيانات
٣٣	٧- النمذجة
٣٤	٨- اخراج البيانات
٣٦	• مستقبل نظم المعلومات الجغرافية
٣٩	• تطبيقات نظم المعلومات الجغرافية
٤١	• الخلاصة

## الفصل الثاني

### مفهوم التحليل المكاني وأساليبه

٤٧	• مقدمة
٥٠	• العلاقات المكانية
٥١	• التحليل المكاني
٥٢	• أساليب التحليل المكاني
٥٣	أولاً: أساليب التحليل المكاني للبيانات الاتجاهية Vector
٥٤	ثانياً: أساليب التحليل المكاني للبيانات النقطية Raster
٥٦	ثالثاً: أساليب التحليل المكاني للبيانات النقطية أو الاتجاهية
٥٨	• الخلاصة
٥٩	• الملاحق



## الفصل الثالث

### التحليل المكاني للبيانات الاتجاهية

#### Vector Data Analysis

- ٦٣ ..... • مقدمة.
- ٦٤ ..... • نموذج البيانات الاتجاهية
- ٦٤ ..... • بناء نموذج البيانات الاتجاهية
- ٦٩ ..... • أنواع البيانات الاتجاهية
- ٧٠ ..... • تحليل البيانات الاتجاهية
- ٧٠ ..... • أولاً: إنتاج العزم.
- ٧٩ ..... • ثانياً: تطابق الخرائط.
- ٩٦ ..... • ثالثاً: قياس المسافات
- ٩٧ ..... • رابعاً: معالجة الخرائط.
- ١٠٥ ..... • الخلاصة
- ١٠٧ ..... • الملاحق

## الفصل الرابع

### أساليب التحليل المكاني للبيانات النقطية Raster

#### بناء نموذج البيانات النقطية

- ١١١ ..... • ماهية البيانات النقطية
- ١١٢ ..... • عناصر البيانات النقطية
- ١٢٢ ..... • التعريف الجغرافي للبيانات النقطية
- ١٢٢ ..... • اسقاط البيانات النقطية
- ١٢٣ ..... • استكمال البيانات المفقودة
- ١٢٣ ..... • أنواع البيانات النقطية

١٢٤	• دقة البيانات النقطية
١٢٥	• ترقيم البيانات النقطية
١٢٨	• البيانات الوصفية للبيانات النقطية
١٣٠	• تحليل البيانات النقطية
١٣٢	• أساليب التحليل المكاني للبيانات النقطية
١٣٢	١- عمليات التحليل الموضوعي
١٣٩	٢- عمليات تحليل المجاورة
١٤٥	٣- عمليات تحليل على مستوى النطاقات والأقاليم
١٥١	٤- عمليات قياس المسافة
١٥٤	• الخلاصة
١٥٦	• الملاحق

## الفصل الخامس

### التحليل الطبوغرافي

### Topographic Analysis

١٦٣	• مقدمة
١٦٤	• مصادر البيانات الطبوغرافية
١٦٥	• نماذج بيانات التحليل الطبوغرافي
١٦٨	• أساليب التحليل الطبوغرافي
١٦٩	١ - إنتاج الخرائط الكنتورية
١٧٢	٢ - القطاع التضاريسي الرأسى
١٧٢	٣ - تحليل انحدار سطح الأرض
١٧٥	٤ - تحليل الانحدار
١٨٠	٥ - تحليل ظلال سطح الأرض

١٨٣	٦ - تحليل رؤية سطح الأرض
١٨٥	٧ - التحليل ثلاثي الأبعاد
١٨٦	• الخلاصة
١٨٨	• الملاحق

## الفصل السادس

### التوليف المكاني

#### Spatial Interpolation

١٩٩	• مقدمة
٢٠٠	• عناصر التوليف المكاني
٢٠٠	• طرق التوليف المكاني
٢٠٢	أولاً : طريقة التوليف الخطي
٢٠٤	ثانياً : طريقة مضاعفات ثيسن
٢٠٥	ثالثاً : طريقة مقلوب المسافة الموزونة
٢٠٦	رابعاً : طريقة الشرائح
٢٠٦	خامساً : طريقة كريجنج
٢١٠	• الخلاصة
٢١٤	• الملاحق

## الفصل السابع

### تحليل مائية السطح

#### Hydrologic Analysis

٢٢١	• مقدمة
٢٢٢	• نشأة التدفق المائي السطحي

٢٢٢	• تحليل اتجاه التدفق المائي
٢٢٤	• تحليل التدفق المائي التراكمي
٢٢٧	• تحليل شبكة التصريف المائي
	- أحواض التصريف المائي
٢٢٩	• حساب طول التدفق المائي
٢٢٩	• الخلاصة
٢٣١	• الملاحق
٢٣٧	• المراجع
٢٤٣	• الفهارس
٢٤٥	• فهرس الأشكال
٢٤٩	• فهرس الملاحق
٢٥١	• فهرس محتويات الكتاب







# التحليل المكاني

باستخدام نظم المعلومات الجغرافية

Bibliotheca Alexandrina



1019173

